



Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (Marktanreizprogramm) für den Zeitraum 2012 bis 2014

Evaluierung des Förderjahres 2014

Ausarbeitung im Auftrag des



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

Autoren

Achim Stuible, Daniel Zech, Hans-Friedrich Wülbeck (Fichtner)
Evelyn Sperber, Michael Nast (DLR)
Hans Hartmann, Klaus Reisinger (TFZ)
Christian Budig, Janybek Orozaliev, Felix Pag, Klaus Vajen (IdE)
Ronny Erler (DBI-Gas- und Umwelttechnik)
Sebastian Janczik, Martin Kaltschmitt (TUHH - IUE)
Marlen Niederberger (COMPARE Consulting)

FICHTNER

Sarweystraße 3 • 70191 Stuttgart
Postfach 10 14 54 • 70013 Stuttgart
Tel.: 0711 8995-0
Fax: 0711 8995-459
www.fichtner.de

Ansprechpartner: Dr. Achim Stuible
Durchwahl: 253
E-Mail: Achim.Stuible@fichtner.de

Rev.	Rev.-Datum	Inhalt /Änderung	Erstellt / Geändert	Geprüft / freigegeben
0	30.06.2015	Entwurfsbericht	Zech	Stuible
1	15.07.2015	angepasster Entwurfsbericht	Zech	Stuible
2	25.03.2016	überarbeiteter Entwurfsbericht	Zech	Stuible
3	24.05.2016	finale Fassung Bericht	Zech	Stuible
4	28.05.2016	revidierte finale Fassung Bericht	Zech	Stuible

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	1
1. Einführung	6
1.1 Aufgabenstellung	6
1.2 Methodisches Vorgehen	7
1.2.1 Grundsätzliches	7
1.2.2 Schritte der Methodenentwicklung und Durchführung	9
1.3 Datengrundlage	12
1.3.1 Förderstatistik des BAFA	12
1.3.2 Förderstatistik der KfW	14
2. Das MAP 2014 im Überblick	16
2.1 Anzahl Förderfälle	16
2.1.1 BAFA-Teil - Basisförderung	16
2.1.2 BAFA-Teil - Bonusförderung	18
2.1.3 KfW	20
2.2 Installierte Leistung	22
2.2.1 BAFA	22
2.2.2 KfW	24
2.3 Energiebereitstellung aus geförderten Anlagen	25
2.4 Ausgelöste Investitionen und eingesetzte Fördermittel	27
2.4.1 Investitionen und Fördermittel BAFA-Teil	27
2.4.2 Investitionen und Fördermittel KfW-Teil	29
2.5 Anteil geförderter Anlagen am Anlagenzubau	30
2.6 Vermiedene CO ₂ -Emissionen	31
2.7 Vermiedene externe Kosten	33
2.8 Arbeitsplätze durch MAP-geförderte Anlagen	34
2.9 Langfristigkeit des Förderprogramms	35
3. Erfolgskontrolle	36
3.1 Zielerreichungskontrolle	36
3.1.1 Ausbau der erneuerbaren Wärme- und Kälteversorgung	36
3.1.2 Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit	39
3.1.3 Schaffung einer nachhaltigen Versorgungsstruktur	45
3.1.4 Technologischer Standard und Innovation	47

3.2	Wirkungskontrolle	47
3.2.1	Indikatoren für die Wirksamkeit des Programms	47
3.2.2	Erfolgsfaktor Bekanntheit des Programms	50
3.2.3	Fokusgruppen als Methode der Wirkungskontrolle	51
3.3	Wirtschaftlichkeitskontrolle	54
3.3.1	Wirtschaftlichkeit der Fördermaßnahmen	54
3.3.2	Kosten-Nutzen-Verhältnis der Fördermaßnahmen	56
3.4	Zusammenfassung der Erfolgskontrolle	58
3.4.1	Zielerreichung	58
3.4.2	Wirkungskontrolle	61
3.4.3	Wirtschaftlichkeitskontrolle	62
4.	Empfehlungen	63
4.1	Kleine Biomasseanlagen	63
4.2	Große Biomasseanlagen	63
4.3	Wärmenetze	64
4.4	Wärmespeicher	65
4.5	Solarthermie	66
4.6	Wärmepumpen	67
4.7	Tiefengeothermie	69
4.8	Biogasaufbereitungsanlagen	70
4.9	Biogasleitungen	71
5.	Literatur- und Quellenverzeichnis	73
6.	Appendices	75

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1:	Zusammenhänge zwischen Förderprogramm und Erfolgskontrolle	7
Abbildung 1-2:	Idealtypisches Wirkungsmodell eines Förderprogramms (IfS)	8
Abbildung 1-3:	Schrittweise Vorgehensweise in dieser Studie	9
Abbildung 1-4:	Im Jahr 2014 gestellte und bewilligte Anträge sowie errichtete Anlagen mit Förderung im BAFA Teil (Stichtag 10.04.2015)	12
Abbildung 2-1:	Anzahl errichteter Anlagen mit MAP-Förderung über BAFA 2011-2014 nach Technologien	16
Abbildung 2-2:	Anteil von Anlagen mit einer oder mehreren Bonusförderungen an der Gesamtzahl der in 2014 errichteten Anlagen mit MAP Förderung	18
Abbildung 2-3:	Anteil unterschiedlicher Bonusarten an der Gesamtzahl der Anlagen, die 2014 eine Bonusförderung erhielten	19
Abbildung 2-4:	Aufteilung der als Boni gewährten Förderzahlungen auf die unterschiedlichen Boni-Arten für in 2014 errichtete Anlagen.	20
Abbildung 2-5:	Aufteilung der im Jahr 2014 installierten Leistung MAP-geförderter Anlagen im BAFA-Teil	22
Abbildung 2-6:	Anteil der im Rahmen des MAP errichteten Anlagen am Gesamtabatz	31
Abbildung 2-7:	Vermiedene Emissionen nach Technologiegruppen	33
Abbildung 2-8:	Abschätzung des MAP induzierten Anteils an der Beschäftigung im EE-Sektor	35
Abbildung 3-1:	Vergleich MAP Zubau 2014 mit den Zielen der Leitstudie 2012 (Endenergie)	36
Abbildung 3-2:	Erreichung der Ausbauziele	38
Abbildung 3-3:	Vergleich der Wärmegestehungskosten von erneuerbaren Energien in einem sanierten Einfamilienhaus im Jahr 2013-2014 (ohne Förderung).	40
Abbildung 3-4:	Vergleich der Wärmegestehungskosten von erneuerbaren Energien in einem sanierten Mehrfamilienhaus im Jahr 2013-2014 (ohne Förderung).	41
Abbildung 3-5:	Spartenspezifische Wärmegestehungskosten und deren Förderanteil für ein saniertes Einfamilienhaus Typ E	49
Abbildung 3-6:	Förderanteil an den Mehrkosten gegenüber eines Gas-Brennwertkessels (EFH Typ E)	49

Abbildung 3-7:	Ausgelöste Investitionen je Euro Förderung BAFA-Teil 2011 - 2014	55
Abbildung 3-8:	Hebeleffekt KfW-Teil 2011 - 2014	55

Tabellenverzeichnis

Tabelle 0-1:	Zusammenfassende Bewertung der Zielerreichungskontrolle	4
Tabelle 1-1:	Anzahl und Art der ausgewerteten Rechnungen 2014 im Vergleich zu den Vorjahren (BAFA-Teil)	13
Tabelle 2-1:	Anzahl errichteter Anlagen mit MAP-Förderung über BAFA 2011-2014 nach Technologien	17
Tabelle 2-2:	Übersicht über die Kerndaten im KfW-Teil, 2014	21
Tabelle 2-3:	Installierte Leistung BAFA Teil 2011-2014	23
Tabelle 2-4:	Kapazität der wertgestellten Anlagen im KfW-Teil nach Technologien	24
Tabelle 2-5:	Jährliche Energiebereitstellung aus im Jahr 2014 errichteten Anlagen, die durch das MAP gefördert wurden	26
Tabelle 2-6:	Ausgelöste Investitionen und aufgewendete Fördermittel 2013 und 2014	27
Tabelle 2-7:	Nettoinvestitionen (korrigiert) und Fördermittel BAFA-Teil	28
Tabelle 2-8:	Übersicht über Anzahl, Investitionen, Kreditvolumina und Tilgungszuschüsse im KfW-Teil der im Jahr 2014 errichteten Anlagen	29
Tabelle 2-9:	Absatzzahlen von Wärmeanlagen mit durchgeführten statistischen Korrekturen	30
Tabelle 2-10:	Durch im Jahr 2014 im Rahmen des MAP errichtete Heizanlagen vermiedene CO ₂ -Emissionen	33
Tabelle 2-11:	Durch im Rahmen des MAP 2014 errichtete Anlagen vermiedene externe Kosten	34
Tabelle 3-1:	Spartenspezifische Zielwerte MAP für den Zeitraum 2010-2015 im Vergleich zum tatsächlich realisierten Zubau im Jahr 2014	37
Tabelle 3-2:	Jährliche durchschnittliche Änderung der spezifischen Wärmegestehungskosten in der Periode 2013/14 gegenüber 2011/12.	41
Tabelle 3-3:	Kostensenkungsziele für einzelne Technologien	42
Tabelle 3-4:	Herfindahl-Hirschmann-Index für Biomassetechnologien und Wärmepumpen	43
Tabelle 3-5:	Anzahl der neuen Anbieter absolut und relativ zur jeweiligen Gesamtzahl der Anbieter für die Märkte Biomasse, Solarkollektoren und Wärmepumpen	44
Tabelle 3-6:	Zielerreichungsgrad bezüglich des Anteils besonders zukunftsweisend eingestufte Technologien	46

Tabelle 3-7:	Vermiedene CO ₂ -Emissionen pro Fördermittel und Minderungskosten	57
Tabelle 3-8:	Vermiedene Externe Kosten pro Fördermittel	58
Tabelle 3-9:	Zusammenfassende Bewertung der Zielerreichungskontrolle	61

Zusammenfassung

Mit der Einführung des Marktanreizprogramms (MAP) am 1. September 1999 hat die Bundesregierung ihr zentrales Förderinstrument zum Ausbau des Einsatzes erneuerbarer Energien im Wärmebereich implementiert. Seitdem konnte auch mit Hilfe der MAP-Förderung die Wärme- und Kältebereitstellung aus erneuerbaren Energien auf 12,5 % (vorläufige Angaben für 2014, Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte) ausgebaut werden. Im Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG), das im Jahr 2009 in Kraft trat, wurde die MAP-Förderung zudem gesetzlich verankert.

Das MAP umfasst zwei Förderteile, für die je nach Art und Größe der Investitionsmaßnahme folgende Stellen zuständig sind:

- die Förderung für überwiegend kleine Anlagen in den Bereichen Solarthermie, Biomasse und Wärmepumpen bis 100 kW Leistung wird über das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) und
- für alle anderen und größeren Anlagen über die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) abgewickelt.

Das BAFA vergibt dabei ausschließlich Investitionszuschüsse, während die KfW zinsgünstige Darlehen mit Tilgungszuschüssen gewährt.

Übersicht geförderte Anlagen

Mit Blick auf die Zahl der im Jahr 2014 geförderten Vorhaben und der ausgezahlten Fördermittel ist im Vergleich zum Vorjahr ein Rückgang quer über alle Technologiesparten zu verzeichnen.

BAFA-Teil

- geförderte Vorhaben: 55.881 Anlagen, Rückgang etwa 23 % (Vorjahr 72.127 Anlagen).
- Ausgezahlte Investitionszuschüsse: 124 Mio. €, Rückgang rund 23 %.
- Investitionsvolumen: rund 753 Mio. € (rund 20 % Rückgang im Vergleich zum Vorjahr mit etwa 937 Mio. €).

KfW-Teil (KfW-Programm „Erneuerbare Energien, Premium“)

- Geförderte Anlagen: 2.595 (Rückgang um rund 3,7 % im Vergleich zum Vorjahr).
- Darlehensvolumen: 235,5 Mio. € (etwa minus 20 % im Vergleich zum Vorjahr mit 289,4 Mio. €)
- Tilgungszuschüsse: rund 82 Mio. € (etwa konstant zum Vorjahr mit ca. 80 Mio. €).

- Investitionsvolumen: 329 Mio. €. Ein Großteil dieser Investitionen wird erst im Verlauf des Jahres 2015 fertiggestellt und damit in dieser Evaluierung des Förderjahrgangs 2014 nicht berücksichtigt.

Insgesamt wurden durch das MAP Investitionen in Höhe von 1.082 Mio. € ausgelöst.

Wie schon in der vorangegangenen Evaluierungsperiode (2009 bis 2011) sind die im Evaluierungsjahr **errichteten** Anlagen (s. folgender Textabschnitt) die Grundlage der Evaluation, wodurch sich die Zahlen von denen der im Evaluierungsjahr **geförderten** Anlagen (s.o.) unterscheiden. Da beim BAFA überwiegend das sog. einstufige Förderverfahren zur Anwendung kommt, bei dem ein Förderantrag erst nach Abschluss der Investition gestellt wird, haben einige der 2014 errichteten Anlagen auch erst im Jahr 2015 einen Förderbescheid erhalten. In dieser Evaluation sind alle Anlagen berücksichtigt, die spätestens am 10. April 2015 einen Förderbescheid des BAFA erhalten haben bzw. deren Tilgungszuschuss bis zum 31.12.2014 von der KfW wertgestellt wurde. Auch nach diesem Zeitpunkt können weitere, im Jahr 2014 errichtete Anlagen gefördert worden sein, so dass die Statistik zum Zeitpunkt der Evaluation nicht vollständig sein kann. Beim BAFA können Förderanträge für im Jahr 2014 errichtete Anlagen innerhalb von 6 Monaten nach Inbetriebnahmen, d.h. noch bis zum 30.06.2015 eingereicht werden.

Übersicht errichtete Anlagen und gestellte Anträge

Im Jahr 2014 ist die Zahl der insgesamt errichteten Anlagen gegenüber dem Vorjahr um rund 21.000 Anlagen zurückgegangen. Die dafür ausgezahlten Fördermittel sanken gegenüber dem Vorjahr um 30 %. Insgesamt wurden mit einer MAP-Förderung im Umfang von rund 209 Mio. € 48.591 Anlagen mit einem Investitionsvolumen von rund 1.065 Mio. € (minus 25 % im Vergleich zum Vorjahr) errichtet.

BAFA-Teil

- 45.673 errichtete Anlagen, im Vergleich zu 2013 entspricht dies einem Rückgang von knapp 32 %.
- Vergleich der neu installierten Leistung zum Vorjahr: Rückgang um 43 %
- Ausgezahlte Förderung: 96 Mio. ausgelöste Investitionen: rund 600 Mio.

KfW-Teil (KfW-Programm Erneuerbare Energien, Programmteil Premium)

- 2.918 errichtete Anlagen, im Vergleich zu 2013 entspricht dies einem Zuwachs von 9 %.
- Ausgezahlte Förderung: 113 Mio. € (inkl. Zinsverbilligung Ausgelöste Investitionen: 466 Mio. Gegenüber dem Niveau des Vorjahres 2013 wurden 2014 mit der BAFA-Förderung über alle Technologiesegmente hinweg weniger Anlagen errichtet. Technologiebezogen ist 2014 bei den kleinen Biomasseanlagen ein Rückgang

von 32 % zu verzeichnen, dieser vor allem im Bereich der Pelletkessel. Die Anzahl der errichteten solarthermischen Anlagen ist um 33 %, die der Wärmepumpenanlagen um 24 % gesunken. Der Schwerpunkt der Förderung im BAFA-Teil lag nach wie vor bei den Biomasseanlagen (51 %) sowie den Solaranlagen (41 %). Wärmepumpen hingegen hatten einen Anteil von nur 8 %. Mögliche Ursachen für den Rückgang im BAFA-Teil sind die mehrjährige Folge sehr milder Winter, ein allgemein niedriges Niveau von Öl- und Gaspreisen sowie ein Sanierungsstau im Gebäudebestand.

Im BAFA-Förderteil gibt es neben der Basis- und Innovationsförderung auch eine Bonusförderung, deren Nachfrage im Vergleich zum Vorjahr um 30 % zurück gegangen ist. Etwa 36 % aller im Jahr 2014 installierten Anlagen im BAFA-Teil erhielten neben der Basisförderung auch noch eine oder mehrere Bonusförderungen. Dieser Wert ist im Vergleich zum Vorjahr etwa konstant.

Bei der KfW wurden 2014 insgesamt 2.918 Anlagen wertgestellt. Der Schwerpunkt der Förderanträge liegt mit 1.838 Anträgen auch in diesem Jahr wieder im Bereich der Wärmenetze (rund 63 %).

Durch die im Jahr 2014 geförderten Anlagen aus dem BAFA- und KfW-Teil zusammen können jährlich rund 2,2 TWh Wärmeenergie bereitgestellt werden. Sie vermeiden zusammen etwa 650.000 t CO₂-Äquivalente pro Jahr. Die durch das MAP vermiedenen jährlichen externen Kosten belaufen sich auf 48 Mio. €.

Die Anzahl der eingegangenen Anträge im BAFA-Teil (58.978) ist um rund 26 % gegenüber dem Vorjahr (79.203) ebenfalls gesunken, dies gilt auch für die Anzahl der bewilligten Anträge (56.787 gegenüber dem Vorjahr mit 73.986, d.h. ca. minus 23 %). Die Anzahl der für den KfW-Teil in 2014 eingegangenen Anträge (2.050) ist etwa auf dem Niveau des Vorjahres (2.093).

Erfolgskontrolle

Die allgemeine Zielsetzung des MAP, die in der Zweckbestimmung des Haushaltstitels „Förderung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien“ (bis 2013 Kapitel 1603 Titel 686 24, ab 2014 Kapitel 0903 Titel 686 04) sowie in den Förderrichtlinien beschrieben ist, wurde im Rahmen dieses Vorhabens soweit möglich quantitativ und qualitativ mit Indikatoren belegt. Die Zielerreichung wurde mit Hilfe von sechs Indikatoren gemessen (Tabelle 0-1 sowie zur Priorisierung Kapitel 1.2 Methodisches Vorgehen). Das MAP hat im Jahr 2014 nach den Berechnungen der Evaluatoren seine Programmziele insgesamt zu 66 % und damit zum Großteil erreicht. Das MAP hat damit zwar zu dem gewünschten Wachstum geführt und die Wettbewerbsfähigkeit der Erneuerbaren Energien im Wärmemarkt gestärkt, trotzdem sind vor allem im BAFA Teil Rückgänge zu verzeichnen.

Das für die Evaluierungsperiode 2012-2014 festgelegte Programmziel des MAP im Hinblick auf den jährlichen Ausbau der erneuerba-

ren Wärme- und Kälteversorgung von 2.585 GWh (vgl. Langniß et al. 2013, S. 25) wurde 2014 mit 2.580 GWh/a etwa erreicht. Das Ziel gilt als zu 100 % erreicht. Bei den kleinen Biomasseanlagen wurde der angestrebte Zubau deutlich übertroffen, so konnte der zum Großteil nur verhaltene Zubau im Bereich Wärmepumpen sowie Solar- und Geothermie kompensiert werden. Im Bereich Wärmepumpen sowie Solar- und Geothermie liegt der Ausbau unter den Zielwerten. Außerdem lag im Bereich Wärmenetze die Zahl der Netze mit Biogasanlage als Wärmequelle (welche bei der EE-Wärmebereitstellung mitgerechnet werden) deutlich höher als erwartet.

Die MAP-Förderung reduziert bei den Wärmegestehungskosten der geförderten Technologien die Mehrkosten im Vergleich zu einem konventionellen Heizungssystem. Betrachtet man die Förderanteile bezogen auf die Mehrkosten gegenüber einem fossil gefeuerten Referenzsystem, so ergeben sich Werte zwischen 7,8 % und 27,7 %. Die Anreizwirkung der im Durchschnitt gewährten Förderanteile wird als gut bewertet.

Tabelle 0-1: Zusammenfassende Bewertung der Zielerreichungskontrolle

Ziel	Priorität Ziele	Normierung	Indikator	Normierung	Zielerreichung in % MAP	Grad der Zielerreichung
Ausbau der erneuerbaren Wärme- und Kälteversorgung	1	35%	Erreichung quantitativer Ziele		100%	100%
Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit	3	20%	Senkung der Energiegestehungskosten	80%	17%	34%
			Marktstruktur und Wettbewerb	15%	100%	
			Marktdynamik	5%	100%	
Schaffung einer nachhaltigen Versorgungsstruktur	2	30%	Förderung zukunftsweisender Infrastrukturen		49%	49%
Erhöhung des technologischen Standards und der Innovation	4	15%	Technologischer Standard und Innovation		66%	66%
						66%

Die Evaluierung ergibt durchschnittliche Hebeleffekte von 5,7 € je € Förderung im BAFA-Teil und 5,1 € je € Förderung im KfW-Teil. Diese bewegen sich in der üblichen Größenordnung öffentlicher Förderprogramme. Bei Hackgutanlagen, großen Biomasseanlagen und KWK-Biomasse-Anlagen wurden besonders hohe Hebel festgestellt, die vergleichsweise niedrigen Fördersätze spiegeln die nahe Konkurrenzfähigkeit dieser Anlagen mit den fossilen Alternativen wider.

Insgesamt kann das MAP mit durchschnittlichen Minderungskosten von 13,4 €/tCO₂ als kostengünstiges und effizientes Instrument betrachtet werden. Nicht zuletzt ist die Einsparung von CO₂ auch ein Unterziel des Förderprogramms.

Im Durchschnitt werden von den betrachteten Fördertatbeständen im MAP 5,5 €_{externe Kosten}/€_{Fördermitteleinsatz} vermieden.

1. Einführung

Der Ausbau erneuerbarer Energien wurde bereits in der Vergangenheit kontinuierlich gefördert und bedarf angesichts der Ziele der Bundesregierung auch in der Zukunft einer weiteren stetigen öffentlichen Förderung. Das MAP des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie ist ein Investitionsmotor, denn die ausgelösten Investitionen schonen nicht nur das Klima, sondern schaffen Arbeitsplätze und tragen zu einem nachhaltigen Umbau des Wärmesektors bei.

Durch die Förderung wird eine zusätzliche Nachfrage induziert, die mittelfristig erneuerbare Energien zu einer breitenwirksamen und konkurrenzfähigen Option für die Bereitstellung von Wärme entwickelt. Mit gezielt definierten Fördertatbeständen sollen die Energiegestehungskosten dieser erneuerbaren Technologien im Vergleich zu den fossilen Konkurrenztechnologien reduziert, d.h. die Differenzkosten gesenkt und Anreize für besonders effiziente Technologien geschaffen werden. Zukünftig werden diese Technologien so auch ohne Förderung zu wirtschaftlichen Alternativen.

Bei der Bewertung ist zu beachten, dass das MAP nicht das einzige Instrument zur Förderung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kältebereitstellung ist. Auf Bundesebene existieren beispielsweise durch das EEWärmeG auch Vorgaben für eine anteilige Nutzung erneuerbarer Energien in Neubauten und in grundlegend renovierten öffentlichen Gebäuden; allerdings bestehen insoweit Ausnahmen und die Möglichkeit, diese Nutzungspflicht durch Ersatzmaßnahmen zu erfüllen. Die KfW vergibt daneben außerhalb des MAP zinsgünstige Darlehen für Investitionen in erneuerbare Energien. Und schließlich fördern auch einige Länder und kommunale Gebietskörperschaften den Einsatz erneuerbarer Energien in unterschiedlicher Form. Somit können die am Markt zu beobachtenden Entwicklungen nicht allein auf das MAP zurückgeführt werden. Das MAP stellt bis dato dennoch das bedeutendste Instrument zur Förderung von erneuerbaren Energien zur Wärme- und Kältebereitstellung dar.

Zum 1. April 2015 erfolgte eine umfassende Richtlinienänderung mit zum Teil deutlichen Änderungen der Förderkonditionen. Die Auswirkung dieser Richtlinienänderung bleibt abzuwarten und die Wirkungskontrolle ist nicht Teil dieser Evaluierung. Es ist aber zu erwarten, dass der Markt deutliche Reaktionen zeigen wird und das Programm eine gesteigerte Nachfrage erfährt.

1.1 Aufgabenstellung

Der vorliegende Bericht umfasst die Evaluierung des MAP für das Förderjahr 2014. Es werden die Wirkungen des Förderprogramms im Hinblick auf die umwelt- und energiepolitischen Zielsetzungen der Bundesregierung bewertet und abschließend Handlungsoptionen aus den Ergebnissen abgeleitet. Weiterhin wird bewertet, ob die Ziele der Förderung richtig gewählt wurden, ob die Ziele mit den eingesetzten

Instrumenten erreicht wurden, wie effektiv der Einsatz der Instrumente war und welche Konsequenzen und Wechselwirkungen mit anderen (Förder-) Instrumenten sich daraus ergeben.

1.2 Methodisches Vorgehen

1.2.1 Grundsätzliches

Für das MAP erfolgt die Erfolgskontrolle begleitend während der Laufzeit des Programmes. Die Förderanträge bzw. -bescheide werden jährlich jeweils für die Jahre 2012, 2013 und 2014 untersucht und ausgewertet. Die Erfolgskontrolle umfasst drei Schritte (vergleiche Abbildung 1-1):

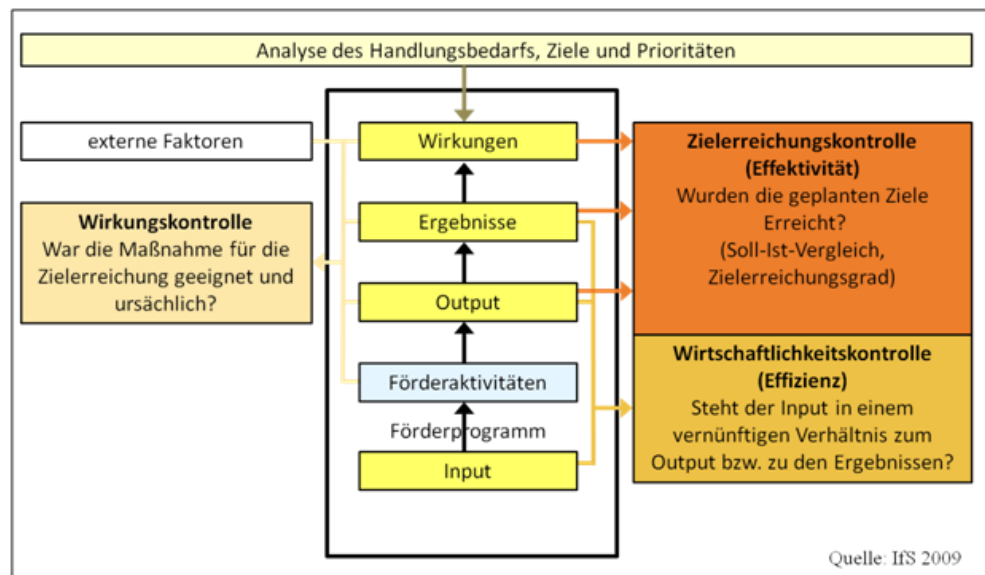


Abbildung 1-1: Zusammenhänge zwischen Förderprogramm und Erfolgskontrolle

- Zielerreichungskontrolle**
 Mit der Zielerreichungskontrolle wird durch einen Vergleich der geplanten Ziele mit der tatsächlich erreichten Zielrealisierung (Soll-Ist-Vergleich) festgestellt, welcher Zielerreichungsgrad zum Zeitpunkt der Erfolgskontrolle gegeben ist. Sie bildet gleichzeitig den Ausgangspunkt von Überlegungen für die Zielanpassung.
- Wirkungskontrolle**
 Diese ermittelt, ob die Maßnahme für die Zielerreichung geeignet und ursächlich war. Hierbei sind alle beabsichtigten und unbeabsichtigten Auswirkungen der durchgeführten Maßnahme zu ermitteln.

- **Wirtschaftlichkeitskontrolle**

Hier wird untersucht,

- a) ob der Vollzug der Maßnahme im Hinblick auf den finanziellen Ressourcenverbrauch wirtschaftlich war (Vollzugswirtschaftlichkeit) und
- b) ob die Maßnahme im Hinblick auf übergeordnete Zielsetzungen insgesamt wirtschaftlich war (Maßnahmenwirtschaftlichkeit).

Bei der Definition und Priorisierung der Ziele und Indikatoren wurde die im Auftrag des Bundesministeriums der Finanzen (BMF) 2009 vom Institut für Stadtforschung und Strukturpolitik (IfS) erstellte Studie „**Entwicklung von Performanzindikatoren als Grundlage für die Evaluierung von Förderprogrammen in den finanzpolitisch relevanten Politikfeldern**“ berücksichtigt. Diese Studie hatte zum Ziel, für verschiedene Förderpolitikbereiche Performanzindikatoren zu entwickeln und vorzuschlagen, darunter auch die Stärkung von erneuerbaren Energien im Bereich der Energiepolitik. Dabei wurde bei der Indikatorenentwicklung direkter Bezug auf § 7 BHO sowie die Konkretisierung vom Sommer 2006 zu den §§ 23 und 44 BHO über Zuwendungsveranschlagung und -vergabe genommen (vgl. hierzu auch Tabelle 0-1).

Grundlage für die Entwicklung von Indikatoren im Rahmen von Evaluierungen von Förderprogrammen bildet hierbei ein Wirkungsmodell, das laut IfS auch von der Europäischen Kommission bei der Strukturierung von Wirkungsbeziehungen von Förderprogrammen herangezogen wird (Abbildung 1-2).

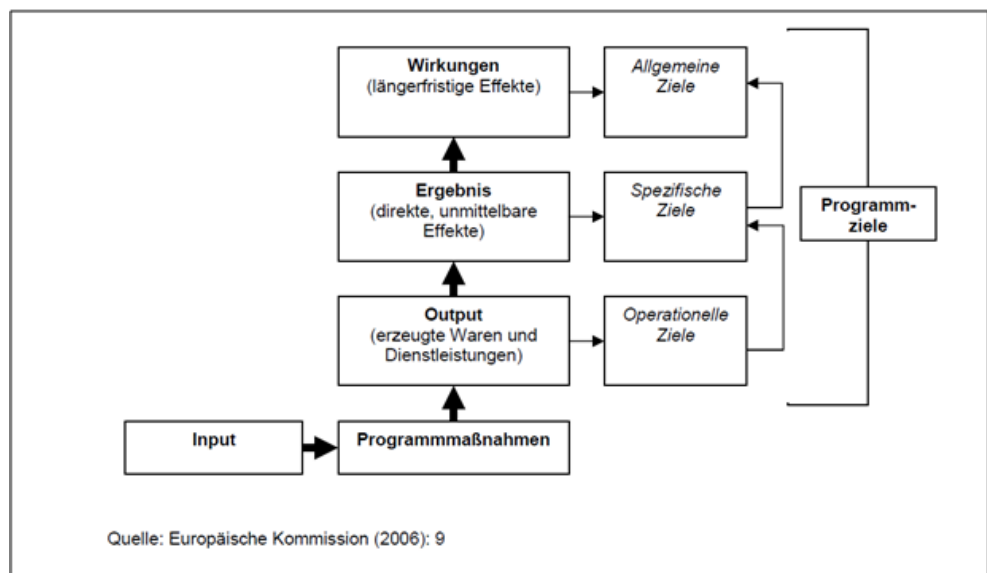


Abbildung 1-2: Idealtypisches Wirkungsmodell eines Förderprogramms (IfS)

Übertragen auf die Evaluation des MAP sieht das Wirkungsmodell wie folgt aus:

Die zur Verfügung stehenden Fördermittel geben als finanzieller **Input** im Rahmen des Förderprogramms Anstoß zu einer Realisierung eines Projektes. Im Falle des MAP handelt es sich um die Installation einer EE- Wärmanlage gem. Fördertatbeständen, welche damit auf der **Output**-Seite stehen. Zeitlich nach dem "Output", aber noch unmittelbar kausal mit der Programmmaßnahme in Verbindung stehen die **Ergebnisse** der Maßnahmen, also die Substitution von fossilen Brennstoffen, bzw. die eingesparte Energie oder die Entwicklung der Gesamtkapazitäten und damit auch die Reduktion von Emissionen. Mit größerem zeitlichem Abstand und meist nur mittelbar dem einzelnen Förderfall zuzurechnen sind schließlich die **Wirkungen** des Förderprogramms. Hierzu zählen längerfristige Effekte wie Schaffung einer wettbewerbsfähigen Erneuerbare-Energien-Branche, ein nachhaltiger Strukturwandel oder Weiterentwicklung von Technologien.

1.2.2 Schritte der Methodenentwicklung und Durchführung

Die Entwicklung eines systematischen Prüfverfahrens a priori erweist sich im Rahmen der Programmevaluation als unumgänglich für die objektive und zielgerichtete Durchführung der Evaluation sowie der Interpretation der Ergebnisse und Ableitung von Maßnahmen und Empfehlungen. Hierbei werden zunächst die Ziele des MAP untersucht und aussagekräftige operationalisierbare Indikatoren für die Messung der Zielerreichung abgeleitet. Dem folgt eine Priorisierung der Ziele und Indikatoren sowie die Festlegung der Methoden und Datengrundlage für die Berechnung der Indikatoren. Nach Implementierung des methodischen Gerüsts erfolgt die eigentliche Evaluierung. Abbildung 1-3 zeigt die einzelnen Schritte der Methodenentwicklung.

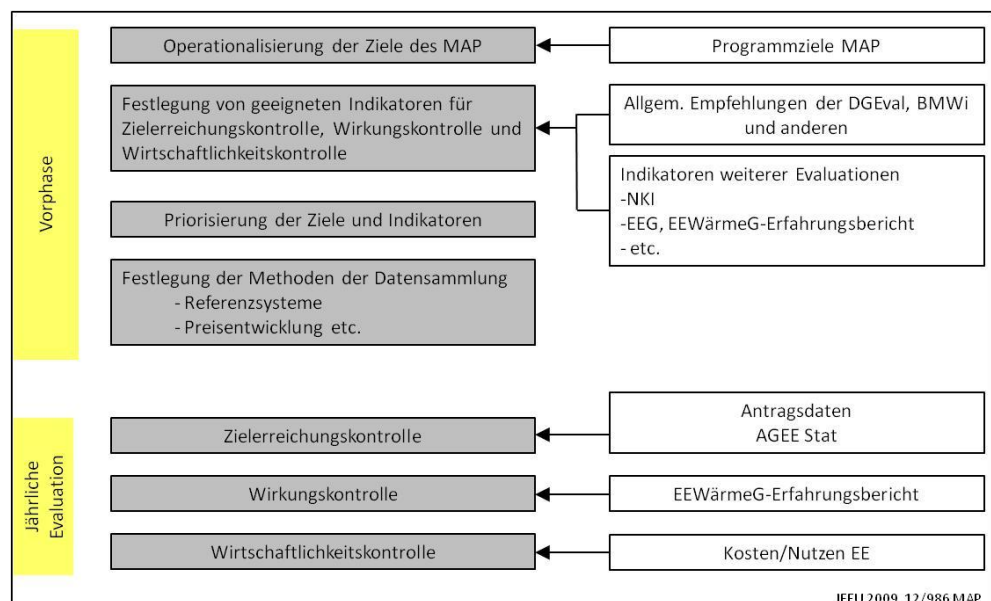


Abbildung 1-3: Schrittweise Vorgehensweise in dieser Studie

Vorphase: Schritte 1 bis 4

Schritt 1: Operationalisierung der Ziele des MAP

Unter die Ziele des MAP fallen sowohl kurzfristige Ergebnisse als auch langfristige Wirkungen des Instruments. Für die Zielerreichungskontrolle wurden die allgemeinen Ziele des MAP und des EEWärmeG in Unterziele aufgeteilt und operationalisiert.

Schritt 2: Festlegung von geeigneten Indikatoren für die Zielerreichungs-, Wirkungs- und Wirtschaftlichkeitskontrolle

Für die Bewertung der Erreichung der oben genannten Ziele und Unterziele werden geeignete, operationalisierbare Indikatoren abgeleitet. Das systematische Prüfsystem sollte eine Anzahl an Hypothesen beinhalten, die anhand von Daten getestet werden und somit als Indikatoren fungieren können.

Zu unterscheiden ist hierbei nach Input-, Output-, Ergebnis- und Wirkungsindikatoren, die verschiedene Stufen der Wirkungskette eines Förderprogramms beschreiben:

„Ziele auf Ebene des Inputs (etwa eine bestimmte Höhe zu vergebender Fördermittel), des Outputs (etwa eine bestimmte zu erreichende Projektanzahl), der Ergebnisse (etwa eine unmittelbar geschaffene Anzahl von Arbeitsplätzen) oder der Wirkungen (etwa in Form eines bestimmten Beitrages zur Entwicklung des BIP einer Region) können ... dargestellt werden.“ (IfS 2009).

Im Rahmen der Diskussion und Festlegung der Indikatoren für die MAP-Evaluierung im Zeitraum 2012 bis 2014 wurden die folgenden Vorarbeiten durchgeführt:

- Prüfung der festgelegten Ziele hinsichtlich ihrer Operationalisierbarkeit
- Auswertung der vorhergehenden Evaluierungen und derer Indikatoren
- Ergänzung fehlender Indikatoren
- Abgleich mit den Empfehlungen der DGEval und von IfS sowie der Arbeitsgruppe „Evaluation“ des BMWi
- Abgleich mit den Indikatoren der Nationalen Klimaschutzinitiative

Es ist zu beachten, dass die Wirkungskontrolle im Sinne der BHO nicht die Wirkungen im Sinne des IfS misst, sondern untersucht, ob der Input des Förderprogramms ursächlich für den Output, die Ergebnisse und letztlich auch die Wirkungen ist. Es besteht durchaus die Möglichkeit, dass zwei Indikatoren sich bezüglich Datengrundlage und Berechnungsverfahren weitgehend gleichen, aber zu unterschiedlichen Kategorien zählen, wie z.B. „Vermiedene CO₂-Emissionen“ (Zielerreichung) und die „CO₂-Fördereffizienz in Tonnen vermiedenem CO₂ pro € Fördermitteleinsatz“ (Wirtschaftlichkeitskontrolle). Die einzelnen Indikatoren werden in den folgenden Kapiteln bei der Diskussion der jeweiligen Ausprägung dargestellt.

Schritt 3: Priorisierung von Zielen und Indikatoren

Im Rahmen der Priorisierung wird die relative Bedeutung der Ziele und Indikatoren für die Einschätzung des MAP festgelegt. Dies ist wichtig, um die Effizienz des Evaluationsvorhabens zu gewährleisten und die ggf. gegenläufigen Resultate zweier unterschiedlicher Indikatoren bewerten zu können. Die Methoden zur Erhebung der notwendigen Daten werden bestimmt. In einer Experten-Diskussionsrunde wurden hierzu zunächst die Aussagekraft und Definition der vorgeschlagenen Ziele und Indikatoren analysiert und die daraus resultierenden Indikatoren mittels eines Paarvergleiches priorisiert.

Schritt 4: Entwicklung der Methoden zur Datensammlung

Existierende Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge können mit entsprechend aufbereiteten Daten aufgezeigt werden. Geeignete Methoden, die zur Generierung der erforderlichen Daten dienen, werden in Schritt 4 entwickelt. Die Effekte anderer Instrumente auf die Entwicklung des Zielmarktes müssen dabei berücksichtigt werden, sowohl begleitend als auch nach der Evaluation. In diesem Zusammenhang sind Abstimmungen bezüglich der Daten und Methoden vorzunehmen. Hierzu zählen

- Antrags- und Zusagedaten;
- Befragungen;
- Zusätzliche Informationen aus weiteren Vorhaben zu volkswirtschaftlichen Effekten, Wechselwirkungen mit anderen energiepolitischen Instrumenten etc.

Hierbei sind die Referenzsysteme der Wirtschaftlichkeits- und CO₂-Berechnungen zu Grunde zu legen (vergl. Abschnitt 1.3).

Eine ausführliche Beschreibung des methodischen Vorgehens findet sich im Bericht zur Entwicklung eines systematischen Prüfverfahrens (Langniß et al. 2013) der im Rahmen dieses Vorhabens in Bezug auf die Schritte 1 bis 4 im September 2013 vorgelegt wurde.

Hauptphase: Jährliche Evaluation

Schritt 5: Durchführung der Zielerreichungs-, Wirkungs- und Wirtschaftlichkeitskontrolle

Im Rahmen der jährlichen Evaluation für die Jahre 2012, 2013 und 2014 wird die Zielerreichungs-, Wirkungs- und Wirtschaftlichkeitskontrolle mit Hilfe der Indikatoren durchgeführt. Daraus werden Empfehlungen für die weitere Gestaltung des MAP abgeleitet.

Die ausführliche Darstellung der Ergebnisse der Zielerreichungs-, Wirkungs- und Wirtschaftlichkeitskontrolle ist Teil dieses Berichtes.

1.3 Datengrundlage

1.3.1 Förderstatistik des BAFA

Als grundlegende Datenbasis wurden **Förderstatistiken** und Sonderauswertungen verwendet. Sie geben Auskunft über die Anzahl der geförderten als auch der abgelehnten Anträge, die Anzahl der realisierten Maßnahmen, das aufgebrauchte Fördervolumen und die im betrachteten Zeitraum ausgelösten Investitionen auf dem Zielmarkt. Zusätzliche Daten, die Auskunft über das Verhältnis der geförderten Anlagen zur Anlagenentwicklung insgesamt geben sowie die Förderanteile der einzelnen Sparten benennen, werden integriert. Es wird als Gesamtmarktentwicklung die Anzahl der gesamten Heizungsneuinstallationen und Heizungsmodernisierungen im betrachteten Zeitraum als Marktobergrenze herangezogen. Auswirkungen von geänderten Förderbedingungen auf die Marktverbreitung, z.B. Änderungen der Fördersätze, werden ebenfalls betrachtet.

Der Stichtag der Datenerfassung für den Errichtungszeitraum 2014 ist der 10. April 2015.

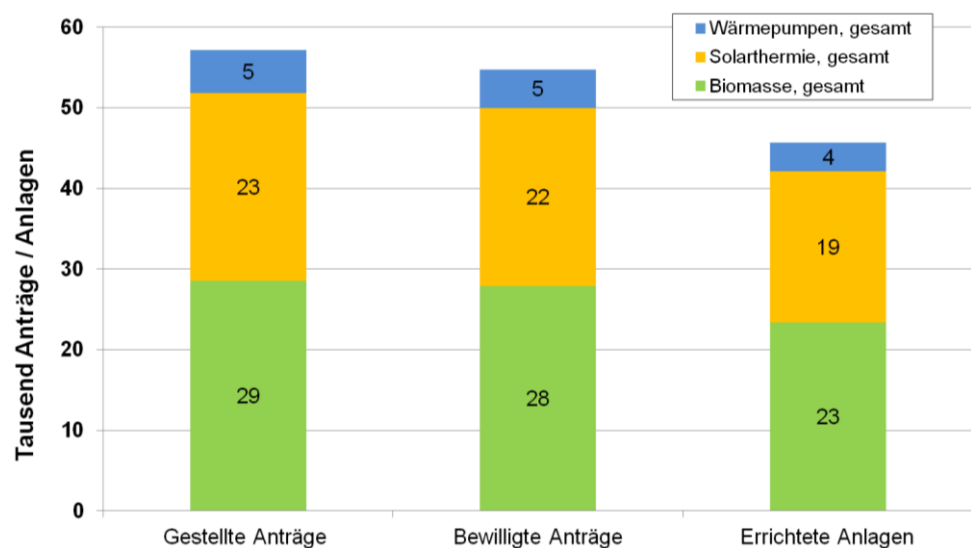


Abbildung 1-4: Im Jahr 2014 gestellte und bewilligte Anträge sowie errichtete Anlagen mit Förderung im BAFA Teil (Stichtag 10.04.2015)

Als zeitlicher Bezug für diese Evaluierung wurde das **Datum der Anlageninbetriebnahme** gewählt. Damit lässt sich die Zielerreichung des MAP-induzierten Zubaus an den Zielen der im Auftrag des BMUB erstellten „Leitstudie“ (Nitsch und Wenzel 2012) messen, welche ebenfalls auf eine jahresscharfe Entwicklung des Zubaus aufbaut. Die Förderstatistik des BAFA weist dagegen den Eingang des Antrags, den Bewilligungszeitpunkt und das Datum der Auszahlung der Förderung aus. Da diese Zeitpunkte jedoch je nach Zeitpunkt der Einreichung und Bearbeitungsdauer mehrere Monate nach der eigentlichen Errichtung der Anlage liegen, lässt sich mit diesen Daten

nur unzureichend die zeitliche Entwicklung des Zubaus darstellen. Aus diesem Grund unterscheiden sich die Zahlen dieser Evaluierung maßgeblich von den vom BAFA ausgewiesenen Antragszahlen. Abbildung 1-4 verdeutlicht die Unterschiede in der Zuordnung für das Jahr 2014.

Auswertung von Rechnungen

Zur Ermittlung solider Kostendaten wird eine repräsentative Stichprobe aus den beim BAFA eingereichten Rechnungsunterlagen ausgewertet. Dabei werden die verfügbaren Anträge für jede Sparte zunächst nach Bundesländern und dann nach der jeweiligen Technologie (z.B. bei Biomasse nach Pellet-, Hackgut- und Scheitholzkesseln sowie Pelletöfen) geschichtet, um eine in diesen Aspekten repräsentative Stichprobe zu erhalten.

Im nächsten Schritt werden für die Sparten Biomasse, Solarthermie und Wärmepumpen aus der geschichteten Grundgesamtheit für das Jahr 2014 jeweils gut 350 Rechnungen gezogen. Die Zahl der auswertbaren Rechnungen liegt je nach Technologie im Bereich 230-330 Rechnungen. Einen Überblick über die Anzahl der ausgewerteten Rechnungen der jeweiligen Technologie gibt Tabelle 1-1.

Tabelle 1-1: Anzahl und Art der ausgewerteten Rechnungen 2014 im Vergleich zu den Vorjahren (BAFA-Teil)

Rechnungsauswertung				
	2011	2012	2013	2014
Biomasse BAFA				
Pelletöfen	25	17	15	17
Pelletkessel	194	221	223	164
Scheitholz	119	104	98	127
Hackgut	13	11	15	20
Solarthermie BAFA				
Raumheizung				
Flachkollektor	193	103	183	193
Röhrenkollektor	43	29	56	69
Luftkollektor	-	-	-	-
Prozesswärme				
Flachkollektor	-	1	0	0
Röhrenkollektor	-	1	0	0
Wärmepumpen BAFA				
Sole-Wasser	96	106	91	84
Luft-Wasser	86	152	136	126
Wasser-Wasser	33	32	36	25
Gesamt BAFA	769	777	853	825

1.3.2 Förderstatistik der KfW

Für die von der KfW geförderten Maßnahmen stehen zwei Datenquellen zur Verfügung, die in unterschiedlicher Weise genutzt werden können.

KfW-interne Statistik

Die KfW erfasst in einer internen Datenbank wesentliche Daten der Kreditanträge, wobei der Datenumfang aufgrund der Anforderungen der Evaluierungen der letzten Jahre modifiziert wurde. Die Daten umfassen jedoch nur wenige technische und wirtschaftliche Informationen über die Vorhaben. Die KfW unterscheidet im Wesentlichen Kreditanträge und Darlehenszusagen für förderfähige Maßnahmen. Mit einem Kreditantrag können mehrere Maßnahmen beantragt werden (z.B. Biomasseanlage + Wärmenetz). Jede Maßnahme wird getrennt erfasst und wie ein separater Kredit verwaltet. Bei der Tiefengeothermie existiert die Besonderheit, dass für die vier möglichen Förderbausteine mehrere Darlehen mit Tilgungszuschuss zugesagt werden können, die sich auf nur eine Anlage beziehen. Soweit möglich wurden die Darlehen solcher Anträge bei der Datenauswertung zusammengefasst.

Verwendungsnachweise

Zusätzlich zu der KfW-internen Datenbank stehen für das Jahr 2014 Kopien aller Verwendungsnachweise bzw. Anträge auf Tilgungskostenzuschuss für Auswertungen zur Verfügung.

Die Anträge auf Tilgungskostenzuschuss weisen insbesondere bei den technischen Parametern und der Gliederung der Gesamtinvestitionen einen deutlich höheren Detaillierungsgrad auf und ermöglichen somit weitergehende Detailaussagen. Aus Datenschutzgründen werden diese Angaben nicht mit denen der KfW-Datenbank synchronisiert.

Die Anzahl der zur Verfügung gestellten Anträge auf Tilgungszuschuss ist nicht identisch mit der Anzahl erfasster Kredite, für die im jeweiligen Jahr die Wertstellung des Tilgungszuschusses erfolgte.

Auswertungsmethodik

Die übergeordneten Auswertungen stützen sich, soweit es die in der Datenbank erfassten Daten ermöglichen, auf die KfW-Datenbank. Diese werden durch Angaben aus den Anträgen ergänzt, sofern zu diesen Anlagen keine Angaben in der Datenbank vorliegen. Wo sinnvoll und erforderlich, werden die Daten aus den Verwendungsnachweisen auf die Gesamtheit der in der KfW Datenbank berücksichtigten Anlagenanzahl umgerechnet.

Bei den Verwendungsnachweisen handelt es sich einerseits um Formulare der KfW, die nach Errichtung der Anlage ausgefüllt werden und insofern reale Daten widerspiegeln. Die Kreditnehmer können aber andererseits auch auf ihre Anträge auf Tilgungszuschuss verweisen, die die Plandaten widerspiegeln, da diese Anträge vor Vorhabenbeginn einzureichen sind. Solche Verweise auf Plandaten

sind jedoch nur möglich, wenn mit dem Verwendungsnachweis bestätigt wird, dass die Maßnahme wie beantragt durchgeführt wurde. Somit handelt es sich bei den hier ausgewerteten Daten um Ist-Daten.

2. Das MAP 2014 im Überblick

Zur Übersicht werden im Folgenden eine quantitative Auswertung der Anzahl der Förderfälle, der installierten Leistung, der durch das MAP ausgelösten Investitionen, die eingesetzten Fördermittel, die erzeugte Endenergie, die vermiedenen CO₂-Emissionen und die vermiedenen externen Kosten dargestellt.

2.1 Anzahl Förderfälle

Im Jahr 2014 wurden rund 47.000 Anlagen errichtet, die über das BAFA eine Förderung erhalten haben. Zusätzlich wurden 2.595 Darlehen mit Tilgungszuschuss im Rahmen der MAP-Förderung bei der KfW zugesagt. Ein Teil der zugesagten Kredite wurde bereits in den Jahren zuvor beantragt. Von den im Jahr 2014 zugesagten Maßnahmen wurden in 2014 776 Anlagen auch in Betrieb genommen. Die übrigen Anlagen werden erst in den Folgejahren in Betrieb gehen. Die Erfahrung zeigt, dass die überwiegende Anzahl der Anlagen im ersten Folgejahr realisiert wird, ca. 20 % wird nach zwei Jahren und ca. 2 % erst im dritten Jahr nach Zusage realisiert. In dieser Evaluation wird eine Grundgesamtheit von ca 50.000 Förderfällen betrachtet. Im Folgenden werden, getrennt nach BAFA und KfW, die Anlagenanzahlen näher erläutert.

2.1.1 BAFA-Teil - Basisförderung

Im Jahr 2014 wurden 45.655 Anlagen errichtet, die im Rahmen des MAP vom BAFA eine Förderung erhalten haben - im Vergleich zu 2013 ist dies ein Rückgang um 32 % (Tabelle 2-1 und Abbildung 2-1).

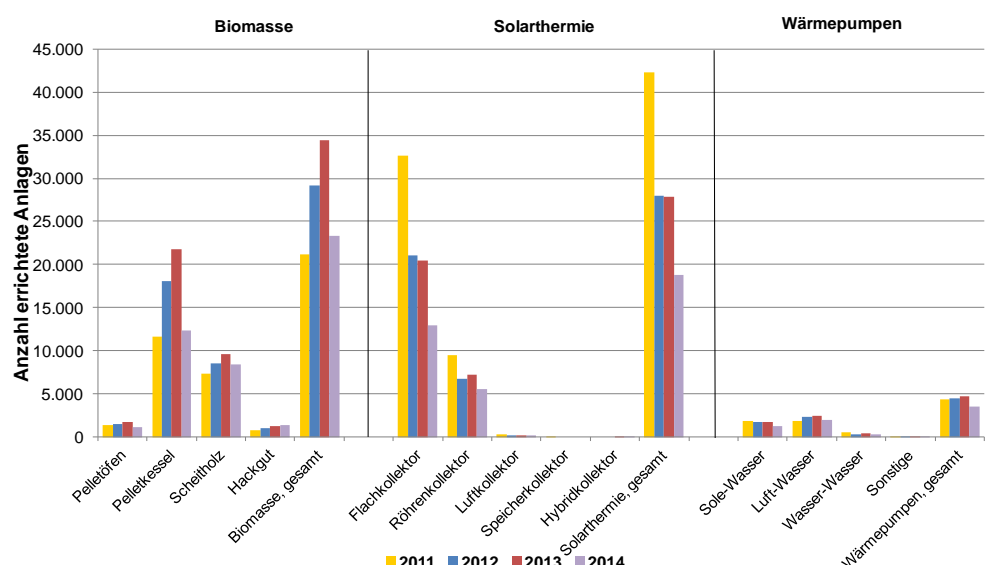


Abbildung 2-1: Anzahl errichteter Anlagen mit MAP-Förderung über BAFA 2011-2014 nach Technologien

Die Anzahl der eingegangenen Anträge ist um 26 % gegenüber dem Vorjahr ebenfalls gesunken.

Technologiebezogen beträgt der Rückgang gegenüber 2013 für Biomasseanlagen 32 %, für Solarthermieanlagen 33 % und für Wärmepumpenanlagen 24 % (Tabelle 2-1). Innerhalb der Biomasse haben insbesondere die Bereiche Pelletkessel (-9.395 Anlagen, -43 %) und -Öfen (-572 Anlagen, -32 %) weniger Anlagen zu verzeichnen, einen leichten Zuwachs gab es bei den errichteten Hackgutanlagen (+3 %).

Rückgänge sind ebenfalls für Vakuumröhrenkollektoren (-1.673 Anlagen, 23 %) und Flachkollektoren (-7.438 Anlagen, -36 %) zu verzeichnen. Einen Zuwachs gab es im Bereich der Luft- und Hybridkollektoren, wobei die Stückzahlen deutlich unter dem Niveau der Flach- und Röhrenkollektoren liegen.

Tabelle 2-1: Anzahl errichteter Anlagen mit MAP-Förderung über BAFA 2011-2014 nach Technologien

	2011	2012	2013	2014
Biomasse BAFA				
Pelletöfen	1.383	1.520	1.770	1.198
Pelletkessel	11.582	18.058	21.782	12.387
Scheitholz	7.338	8.565	9.549	8.424
Hackgut	836	1.042	1.287	1.331
Biomasse, gesamt	21.139	29.185	34.388	23.340
Solarthermie BAFA				
Flachkollektor	32.627	21.019	20.410	12.970
Röhrenkollektor	9.462	6.768	7.258	5.584
Luftkollektor	254	132	193	212
Speicherkollektor	1	0	0	0
Hybridkollektor	0	0	2	8
Solarthermie, gesamt	42.344	27.919	27.863	18.774
Wärmepumpen BAFA				
Sole-Wasser	1.908	1.767	1.706	2.003
Luft-Wasser	1.861	2.275	2.507	257
Wasser-Wasser	529	336	394	1.259
Sonstige	49	73	76	19
Wärmepumpen, gesamt	4.347	4.451	4.683	3.538
BAFA, gesamt				
BAFA, gesamt	67.830	61.555	66.934	45.652

Einen Rückgang zeigen die diesjährigen Anlagenzahlen im Bereich Luft-Wasser Wärmepumpen (-2.250 Anlagen, -90 %), der durch Zuwächse bei den errichteten Sole-Wasser- (+297 Anlagen, 17 %) und vor allem Wasser-Wasser-Anlagen (+ 985 Anlagen, 90 %) zu gut 55 % ausgeglichen werden kann.

2.1.2 BAFA-Teil - Bonusförderung

Zusätzlich zur Basisförderung werden auch Boni gewährt, etwa beim Einsatz besonders effizienter Solarkollektorpumpen oder der Kombination aus dem MAP förderfähiger Biomassekessel und Solaranlage (vgl. Abbildung 2-2).

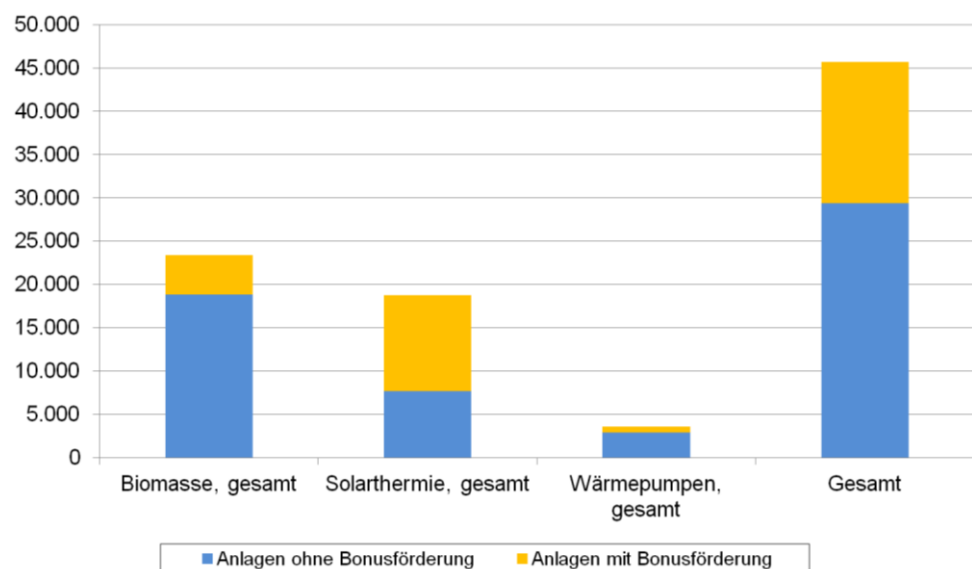


Abbildung 2-2: Anteil von Anlagen mit einer oder mehreren Bonusförderungen an der Gesamtzahl der in 2014 errichteten Anlagen mit MAP Förderung

Im Vergleich zum Förderjahr 2013 wurden in 2014 anteilig ähnlich viele Boni gewährt. Erhielten im Jahr 2013 neben der Basisförderung 35 % der installierten Anlagen zusätzlich eine oder mehrere Bonusförderung, sind es im Jahr 2014 nunmehr 36 %. Während bei den installierten Wärmepumpen und der Biomasse rund 20 % der Anlagen Boni erhielten, sind es bei der Solarthermie gut 60 %. Der Anteil der Solarthermie liegt schätzungsweise sogar um einige Prozentpunkte höher, da die Kombiförderung vom BAFA zum Teil auch der Biomasse und den Wärmepumpen zugeordnet wurde.

Besonders beliebt ist der sogenannte Solarpumpenbonus, dieser wurde in gut 35 % aller Fälle mit Bonusförderung gewährt, gefolgt vom Kombinationsbonus ebenfalls mit 35 % sowie dem Kesseltauschbonus mit 34 % (Abbildung 2-3). Auch für das Förderjahr 2014 gilt damit, dass mit Hilfe des Kesseltauschbonus gut ein Drittel der Bonusempfänger bei beabsichtigter Heizungsmodernisierung den Heizkessel nicht nur durch einen Niedertemperaturkessel ersetzt.

Vielmehr wird durch die Kombination des Kesseltauschbonus mit der Solarbasisförderung der Anreiz gegeben, eine effiziente Kombinationslösung mit Solarkollektoranlage und Gas-Brennwertkessel zu wählen. Es ist anzunehmen, dass ohne den Kesseltauschbonus in diesen Fällen die Entscheidung wohl nicht zugunsten der Solaranlage gefallen wäre.

Ein zusätzlicher Kombibonus wird gewährt, wenn neben der Solaranlage auch eine ebenfalls aus dem MAP förderfähige Biomasseanlage oder Wärmepumpe errichtet wird. Rund 35 % der Bonusempfänger nutzen demnach mehr als eine Form erneuerbarer Energien und kombinieren diese. Etwa 56 % der in 2014 mit MAP-Förderung errichteten Solaranlagen werden in Kombination mit anderen erneuerbaren Energien betrieben. In über 90 % der Fälle handelt es sich dabei um eine Kombination von Biomasse- mit Solaranlage, in rund 7 % wurde eine Wärmepumpe mit Solarthermie kombiniert.

Besonders beliebt ist der Solarpumpenbonus, welcher in 80 % aller Fälle mit Bonusförderung gewährt wurde – im Vorjahr waren es noch 44 %. Diese Steigerung ist auf die europäische ErP-Richtlinie zurückzuführen, welche ab August 2015 vorschreibt, sowohl Stand-alone-Pumpen solarthermischer Anlagen als auch Pumpen in Solarstationen als Hocheffizienzpumpen auszuführen. Mit der Novellierung des MAP im April 2015 ist der Solarpumpenbonus folgerichtig entfallen.

Der Wärmenetzbonus (bei Anschluss der Solarthermieanlage an ein Wärmenetz) sowie der Effizienzbonus (Errichtung einer Solarthermieanlage in einem besonders gedämmten Gebäude) wurden deutlich seltener nachgefragt.

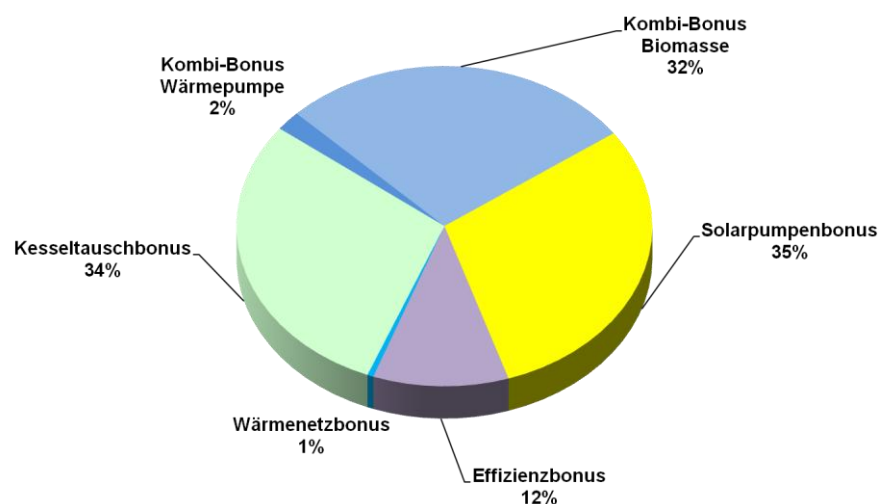


Abbildung 2-3: Anteil unterschiedlicher Bonusarten an der Gesamtzahl der Anlagen, die 2014 eine Bonusförderung erhielten

Anmerkung: Da für einzelne Anlagen auch mehrere Boni in Anspruch genommen werden können, ergibt die Summe der Prozentwerte mehr als 100 %.

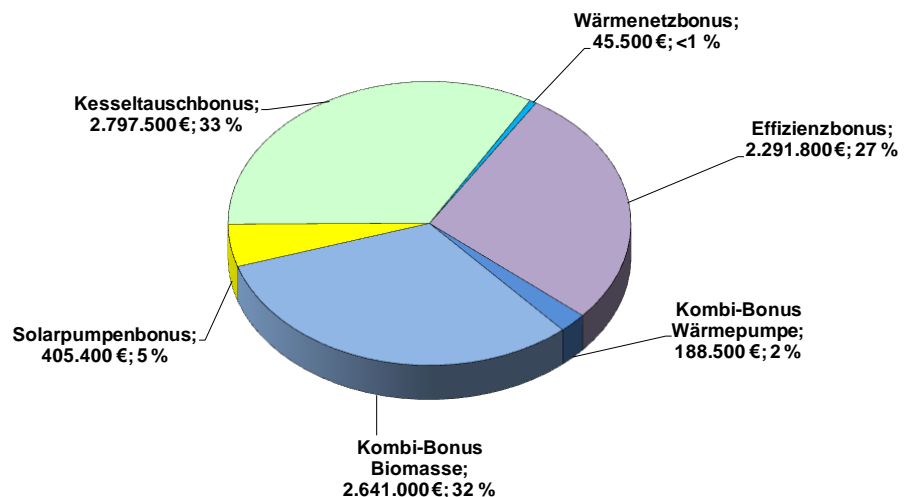


Abbildung 2-4: Aufteilung der als Boni gewährten Förderzahlungen auf die unterschiedlichen Boni-Arten für in 2014 errichtete Anlagen.

Insgesamt wurden für im Jahr 2014 errichtete Anlagen Bonuszahlungen in Höhe von 8,4 Millionen € gewährt, was im Vergleich zum Jahr 2013 einem Rückgang von etwa 31 % entspricht (im Vergleich dazu in 2013 Anstieg um 20 % gegenüber 2012). Der Großteil der Zahlungen entfiel mit 33 % und 32 % auf den Kombi-Bonus Biomasse- bzw. Kesseltauschbonus, gefolgt vom Effizienzbonus mit 27 % (Abbildung 2-4).

2.1.3 KfW

Tabelle 2-2 gibt gegliedert nach den förderfähigen Technologien einen Überblick über die KfW-Förderung im Jahr 2014. Beantragt ein Antragsteller verschiedene förderfähige Technologien gleichzeitig mit einem Kreditantrag, werden die zugesagten Darlehen je Technologie getrennt verwaltet.

Hinsichtlich der Förderfälle wird unterschieden zwischen den im Jahr 2014 wertgestellten Zuschüssen, der Inbetriebnahme einer Anlage im Jahr 2014 und den Neuanträgen im Jahr 2014.

Wertstellung bedeutet, dass der Tilgungszuschuss nach Inbetriebnahme der Anlage ausgezahlt und verbucht ist. Dies kann durchaus deutlich nach der Inbetriebnahme erfolgen, da der Zeitpunkt durch den Antragsteller bestimmt wird und die Wertstellung seitens der KfW zu Stichtagen erfolgt. Diese Informationen liegen für alle Förderjahre der Vergangenheit vor und werden aus diesem Grund auch für einige Vergleiche verwendet.

Die Inbetriebnahme wird seit 2012 erfasst und beschreibt den tatsächlichen technischen Inbetriebnahmezeitpunkt.

Tabelle 2-2: Übersicht über die Kerndaten im KfW-Teil, 2014

Fördertatbestände KfW	Anlagen (wertgestellt)		Anlagen Inbetriebnahme		Anlagen Neuanträge	
	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil
		[%]		[%]		[%]
Wärmenetz	1.838	62,99	1.106	64,30	1.539	59,31
Biomasse-Anlage zur Wärmeerzeugung	744	25,50	428	24,88	766	29,52
KWK-Biomasse-Anlage	29	0,99	19	1,10	33	1,27
Wärmespeicher	199	6,82	123	7,15	182	7,01
Solarkollektoranlage	68	2,33	29	1,69	55	2,12
Tiefengeothermie	0	0	0	0,00	10	0,39
Aufbereitung und Einspeisung von Biogas	7	0,24	5	0,29	0	0,00
Biogasleitung für unaufbereitetes Biogas	28	0,96	6	0,35	6	0,23
Große Wärmepumpe	2	0,07	4	0,23	4	0,15
Summe	2.915	100,00	1.720	100,00	2.595	100,00

Die Angaben zu den aktuell im Jahr 2014 gestellten Neuanträgen geben einen Hinweis auf die aktuellen Entwicklungen, die im entsprechenden Fachappendix im Detail erläutert werden (vgl. Appendix 2).

Die insgesamt 2.918 Darlehen beziehen sich auf 2.138 gestellte Kreditanträge. Der Schwerpunkt der 2.918 wertgestellten Anlagen liegt mit 1.838 (63 %) Anlagen im Bereich der Wärmenetze, wobei 517 Anträge im Zusammenhang mit der Errichtung einer Biomassekesselanlage und gegebenenfalls einer weiteren Technologie gestellt wurden. Der überwiegende Anteil der übrigen Anlagen bezieht sich auf Wärmenetze, die bestehende Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien ergänzen. Im Rahmen der elektronischen KfW-Statistik werden keine Informationen erfasst, welche erneuerbare Wärmeenergie in diese Wärmenetze eingespeist wird. Informationen über die Art der eingespeisten Wärme aus erneuerbaren Energien werden ausschließlich mit dem Antrag auf Tilgungszuschuss erfasst. Eine Detailanalyse erfolgt im Fachappendix auf der Basis der detaillierten Auswertung der Anträge auf Tilgungskostenzuschuss (vgl. Appendix 2).

Der zweite Schwerpunkt der Anträge liegt im Bereich der Biomasseanlagen für die Wärmeerzeugung. Hierbei handelt es sich um 744 Anlagen (25 %). In dieser Zahl sind auch diejenigen Anlagen enthalten, bei deren Errichtung auch Wärmenetze neu gebaut oder vergrößert werden. Ohne Neubau oder Vergrößerung von Wärmenetzen wurden 189 Anlagen errichtet, wobei keine Informationen vorliegen, ob diese Anlagen mit oder ohne (ein ggf. bereits bestehendes) Wärmenetz betrieben werden.

Weitere 12 % der Anlagen verteilen sich auf die verbleibenden Technologien. In diesem Anteil sind die Wärmespeicher mit 6,8 % am

stärksten vertreten. Der Bereich der großen Wärmepumpen hat noch keinen signifikanten Anteil erreicht.

2.2 Installierte Leistung

Über das MAP wurde im Jahr 2014 insgesamt eine Leistung von knapp 950 MW gefördert. Davon entfielen auf den BAFA-Teil rund 80 %. Im Folgenden wird für beide Teile getrennt die neuinstallierte Leistung weiter differenziert beschrieben.

2.2.1 BAFA

Im Jahr 2014 wurden im BAFA-Teil MAP Anlagen mit einer Gesamtleistung von gut 770 MW gefördert, dies ist eine Abnahme von über 40 % gegenüber 2013 (Tabelle 2-3). Den größten Anteil an der Gesamtleistung mit knapp 75 % hatten Biomasseanlagen mit über 575 MW installierter Leistung (Abnahme rund 41 %). Die Solarthermie mit 153 MW und gut 20 % Anteil an der Gesamtleistung hat einen geringeren Stellenwert als im Vorjahr, dort waren es noch 40 % Anteil an der Gesamtleistung. Die Wärmepumpenleistung mit insgesamt 42 MW und 5 % Anteil hat demgegenüber um 36 % abgenommen.

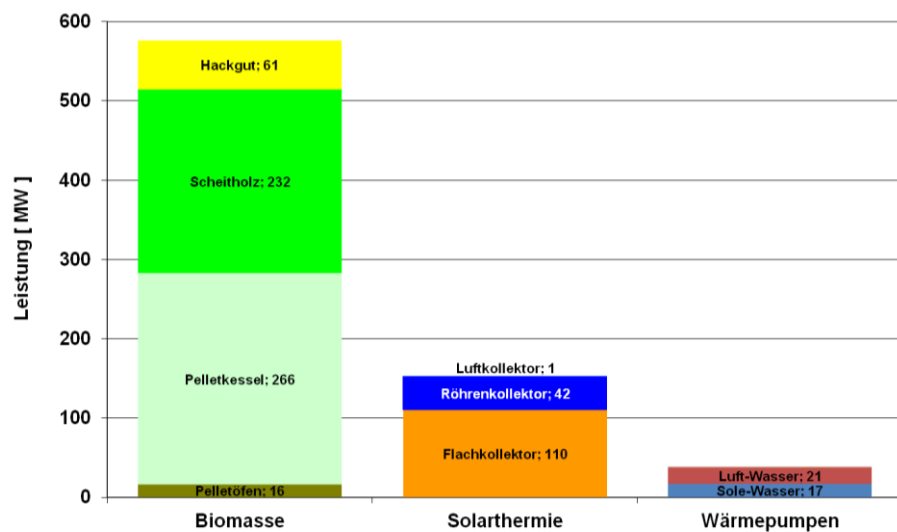


Abbildung 2-5: Aufteilung der im Jahr 2014 installierten Leistung MAP-geförderter Anlagen im BAFA-Teil

Tabelle 2-3: Installierte Leistung BAFA Teil 2011-2014

Installierte Leistung in kW	2011	2012	2013	2014
Biomasse BAFA				
Pelletöfen	17.817	20.026	23.457	16.236
Pelletkessel	239.355	378.630	462.686	265.993
Scheitholz	204.990	239.371	269.387	232.497
Hackgut	37.998	48.750	60.899	61.421
Biomasse gesamt	500.160	686.777	816.429	576.147
Solarthermie BAFA ¹				
Raumheizung	373.626	235.878	227.684	153.003
Flachkollektor	294.650	183.454	173.059	110.059
Röhrenkollektor	78.071	52.055	54.153	42.350
Luftkollektor	896	369	443	516
Speicherkollektor	10	0	0	0
Hybridkollektor	0	0	29	77
Prozesswärme	440	564	585	0
Flachkollektor	309	338	474	0
Röhrenkollektor	129	226	111	0
Luftkollektor	1	0	0	0
Kälteerzeugung	16	27	0	0
Flachkollektor	16	20	0	0
Röhrenkollektor	0	7	0	0
Flachkollektor, gesamt	294.975	183.812	173.533	110.059
Röhrenkollektor, gesamt	78.200	52.288	54.264	42.350
Solarthermie gesamt	374.082	236.469	228.269	153.003
Wärmepumpen				
Sole-Wasser	26.704	24.036	23.282	17.218
Luft-Wasser	22.186	26.232	26.609	20.626
Wasser-Wasser	9.214	5.850	7.251	4.371
Sonstige	698	1.038	1.020	456
Wärmepumpen gesamt	58.803	57.156	58.163	42.671
BAFA Förderprogramm, gesamt				
Biomasse, gesamt	500.160	686.777	816.429	576.147
Solarthermie, gesamt	374.082	236.469	228.269	153.003
Wärmepumpen, gesamt	58.803	57.156	58.163	42.671
BAFA, gesamt	933.045	980.401	1.102.861	771.821

¹ Annahme für Umrechnung aus Kollektorfläche 1 m² = 0,7 kW

² Zahlen für BAFA-Basisförderung

Die installierte Leistung von rund 150 MW (Basisförderung) bei den Solarkollektoranlagen ist um etwa ein Drittel zurückgegangen. Innerhalb der Biomasse liegt der Schwerpunkt der installierten Gesamtleistung auf Pelletkesseln. Im Bereich der Solarthermie dominieren Flachkollektoren deutlich. Bei den Wärmepumpen liegen die Luft-Wasser Wärmepumpen knapp vor den Sole-Wasser Wärmepumpen (Abbildung 2-5). In der Gesamtheit ist ein Rückgang in allen drei Bereichen zu verzeichnen. Hackgut im Bereich der Biomasse konnte als einziger Brennstoff eine leichte Zunahme vorweisen.

2.2.2 KfW

Die im Rahmen des KfW-Programms geförderten Anlagen unterscheiden sich in ihrer Art von den vom BAFA geförderten Anlagen, da sich der Großteil der geförderten Anlagen nicht direkt in installierter Leistung ausdrücken lässt. So wurde 2014 der überwiegende Teil der Darlehen (rund 68 %) für Wärmenetze beantragt. Die Wärmenetze bilden jedoch einen eigenen Fördertatbestand, der durch die Charakteristika Trassenlänge und Wärmemenge beschrieben wird. Tabelle 2-4 gibt einen Überblick über die im Rahmen des KfW-Programms geförderten Technologien, die über installierte (Heiz-) Leistung charakterisiert werden. Im Anschluss werden die einzelnen Technologien im Detail erläutert.

Tabelle 2-4: Kapazität der wertgestellten Anlagen im KfW-Teil nach Technologien

Technologien ¹	Anzahl wertgestellte Anlagen 2014	Kapazität in MW
Biomasse KfW		
Hackgut	670	159,2
Pellet	66	16,4
andere Brennstoffe	8	3,2
KWK-Biomasse-Anlagen	29	1,7
Biomasse KfW, gesamt	773	178,7
Solarthermie KfW²		
Raumwärme / Trinkwasser	55	4,8
Flachkollektor	39	3,0
Vakuumröhrenkollektor	16	1,8
Luft- und Speicherkollektor	0	0,0
Prozesswärme	10	0,7
Kälteerzeugung	2	0,6
Solarthermie KfW, gesamt	67	6,2
Große Wärmepumpen KfW		
Große Wärmepumpen KfW gesamt	2	0,3
Tiefengeothermie KfW		
Tiefengeothermie KfW, gesamt	0	0,0
KfW, gesamt	844	184,9

¹ rein wärmeerzeugende Technologien

² Umrechnungsfaktor: 0,7 kW/m² Kollektorfläche

Der Großteil (179 MW, 97 %) der installierten Leistung wird von Biomasseanlagen erbracht, mit deutlichem Abstand gefolgt von in 2014 neu installierter solarthermischer Kapazität (6,2 MW, 3 %) und großen Wärmepumpen (0,3 MW, 2 %). Im Bereich der tiefengeothermischen Kapazität wurden keine Anlagen wertgestellt (Tabelle 2-4).

2.3 Energiebereitstellung aus geförderten Anlagen

Als Grundlage für die Berechnung weiterer Angaben, wie der substituierten fossilen Energie, der vermiedenen CO₂-Emissionen sowie der damit verbundenen externen Kosten, ist die Abschätzung der von den MAP geförderten Anlagen bereitgestellte Wärme erforderlich. Für die Bestimmung der oben genannten weiteren Angaben wird auf die Berechnungsmethode des UBA zurückgegriffen (UBA 2013). Somit beziehen sich die Angaben der Biomasseanlagen auf die erneuerbare Endenergie, also den gesamten Brennstoffeinsatz, während sich die Angaben zur Solarthermie und zu den Wärmepumpen auf die Nutzenergie beziehen, also die für Energiedienstleistungen zur Verfügung gestellte Wärme (und bisher in vernachlässigbarer Größe auch Kälte).

Tabelle 2-5 gibt einen Überblick über die ermittelten Energiemengen. Danach wurden durch die Fördermaßnahmen im Jahr 2014 Anlagen mit jährlichen Nutzenergiemengen von 2.230 GWh gefördert. Zu beachten ist, dass in Tabelle 2-5 die Energiebereitstellung durch Wärmenetze enthalten ist, während in Tabelle 2-4 deren Kapazität nicht angegeben werden kann.

Tabelle 2-5: Jährliche Energiebereitstellung aus im Jahr 2014 errichteten Anlagen, die durch das MAP gefördert wurden

Erneuerbarer Energiegestehung in GWh/a	Erneuerbare End-energie	Nutzenergie
Biomasse		
Biomasse BAFA	1.018,0 GWh	790,4 GWh
Pelletöfen	8,7 GWh	6,5 GWh
Pelletkessel	477,4 GWh	372,4 GWh
Scheitholz	417,3 GWh	325,5 GWh
Hackgut	114,7 GWh	86,0 GWh
Biomasse KfW	599,2 GWh	451,0 GWh
Hackgut	530,5 GWh	397,9 GWh
Pellet	52,5 GWh	41,0 GWh
andere Brennstoffe	10,7 GWh	8,0 GWh
Biomasse-KWK-Anlagen	5,6 GWh	4,2 GWh
Biomasse, gesamt	1.617,3 GWh	1.241,4 GWh
Solarthermie		
Solarthermie BAFA	58,4 GWh	58,4 GWh
Raumheizung	58,5 GWh	58,5 GWh
Solarthermie KfW	3,7 GWh	3,7 GWh
Raumheizung / Warmwasserbereitung	2,8 GWh	2,8 GWh
Prozesswärme	0,6 GWh	0,6 GWh
Kälteerzeugung	0,3 GWh	0,3 GWh
Solarthermie, gesamt	62,1 GWh	62,1 GWh
Wärmepumpen ¹		
Wärmepumpen BAFA	47,7 GWh	72,5 GWh
Sole-Wasser ¹	20,9 GWh	30,0 GWh
Luft-Wasser ¹	21,6 GWh	35,1 GWh
Wasser-Wasser ¹	5,2 GWh	7,4 GWh
Wärmepumpen KfW¹	0,4 GWh	0,6 GWh
Wärmepumpen, gesamt	48,1 GWh	73,1 GWh
Tiefengeothermie ^{1, 2, 3}		
	0,0 GWh	0,0 GWh
Wärmenetze Erschließung Biogas BHKWs ^{2, 3}		
	853,0 GWh	853,0 GWh
BAFA, gesamt	1.124,2 GWh	921,3 GWh
KfW, gesamt	1.456,3 GWh	1.308,2 GWh
MAP, gesamt	2.580,5 GWh	2.229,6 GWh

¹ Erneuerbare Endenergie entspricht der Erd- bzw. Umweltwärme

² Annahme 13 % Verteilungsverluste bis Verbraucher

³ Nur KfW

2.4 Ausgelöste Investitionen und eingesetzte Fördermittel

Die Fördermittel für die im Jahr 2014 in Betrieb genommenen Anlagen beliefen sich auf 219 Mio. €, wovon 102 Mio. € auf den BAFA-Teil und 117 Mio. € auf den KfW-Teil entfallen. Dies entspricht insgesamt einem Rückgang von 26 % gegenüber 2013 (Tabelle 2-6). Die BAFA- Förderung ist in 2014 um ca. 30 % gesunken, bei den Fördermitteln der KfW ist ein Rückgang von 23 % zu verzeichnen.

Tabelle 2-6: Ausgelöste Investitionen und aufgewendete Fördermittel 2013 und 2014

	Ausgelöste Investitionen in Mio. €			Fördermittel in Mio. €		
	2013	2014	Veränderung 13/14	2013	2014	Veränderung 13/14
KfW	620,6	465,7	-25%	151,1	116,7	-23%
BAFA	812,5	549,4	-32%	145,1	102,0	-30%
Gesamt	1.433,2	1.015,1	-29%	296,2	218,6	-26%

Insgesamt wurden durch die Förderung Investitionen von ca. 1.015 Mio. € ausgelöst, was einem Rückgang von knapp 30 % gegenüber 2013 entspricht. Dies bedeutet, dass die ausgelösten Investitionen etwa in gleichem Maße wie die Förderung gesunken sind. Als mögliche Ursachen für die Rückgänge sind eine abwartende Haltung der Endkunden in Bezug auf Neuinvestitionen aufgrund der erwarteten Novelle der MAP-Förderung, ein niedriges Öl- und Erdgasniveau mit sinkenden Bezugspreisen zum Jahresende sowie ein allgemein vorhandener Sanierungsstau denkbar. Für den Bereich der kleineren Biomasseanlagen blieben darüber hinaus die erwarteten Vorzieheffekte aufgrund der Verschärfung der BImSchV (2. Stufe) zu Jahresbeginn 2015 aus. Die folgende Auswertung bezieht sich auf die im Jahr 2014 errichteten Anlagen (vgl. hierzu auch Kapitel 1.2.1).

Im Folgenden werden jeweils der BAFA-Teil und der KfW-Teil getrennt voneinander detaillierter analysiert.

2.4.1 Investitionen und Fördermittel BAFA-Teil

Die bei der Rechnungsauswertung erfassten Investitionen umfassen

- die **Anlage**: Biomassekessel, Solarkollektor und Wärmepumpe
- die **Anlagenperipherie**: Pufferspeicher, Regelungstechnik, Wärmemengenzähler, zugehörige Pumpen und Anschlussmaterial, bei Sole/Wasser- bzw. Wasser/Wasser-Wärmepumpen den Erdwärmetauscher bzw. den Brunnen
- die **Montage**

Die angegebenen Nettoinvestitionen (Investitionen ohne Umsatzsteuer) wurden – soweit möglich – auf Basis der angegebenen Nettoinvestitionen als Ergebnisse der Rechnungsauswertung korrigiert

und beziehen sich somit nur auf den Anlagenteil, der sich der geförderten erneuerbaren Energie zurechnen lässt.

Tabelle 2-7: Nettoinvestitionen (korrigiert) und Fördermittel BAFA-Teil

in Tsd.	2012			2013			2014		
	Investitionen	Fördermittel	Förderhebel	Investitionen	Fördermittel	Förderhebel	Investitionen	Fördermittel	Förderhebel
Biomasse BAFA			in €			in €			in €
Pelletöfen	7.590	2.052	3,70	9.711	2.591	3,75	7.258	1.760	4,12
Pelletkessel	290.788	50.025	5,81	324.343	63.994	5,07	186.195	36.680	5,08
Scheitholz	106.041	11.373	9,32	122.032	13.847	8,81	105.089	12.173	8,63
Hackgut	30.566	1.375	22,24	32.520	1.822	17,85	36.668	1.881	19,49
Biomasse	434.985	64.826	6,71	488.606	82.254	5,94	335.210	52.495	6,39
Solarthermie BAFA									
Raumheizung	275.606	44.815	6,15	227.548	49.292	4,62	142.864	33.355	4,28
Flachkollektor	202.367	34.358	5,89	175.983	36.601	4,81	102.987	23.523	4,38
Röhrenkollektor	72.889	10.401	7,01	51.202	12.621	4,06	39.436	9.744	4,05
Luftkollektor	349	56	6,25	363	65	5,60	440	73	6,05
Speicherkollektor	0	0	-	0	0	-	0	0	-
Hybridkollektor	-	-	-	39	5	7,60	282	15	18,88
Prozesswärme	716	106	6,77	806	130	6,19	0	0	-
Flachkollektor	430	64	6,74	651	102	6,41	0	0	-
Röhrenkollektor	286	42	6,83	156	29	5,43	0	0	-
Kälteerzeugung	33	4	8,12	0	0	-	0	0	-
Flachkollektor	32	4	8,78	0	0	-	0	0	-
Röhrenkollektor	1	0	2,78	0	0	-	0	0	-
Flachkollektor	203.574	34.425	5,91	176.465	36.703	4,81	102.995	23.523	4,38
Röhrenkollektor	75.132	10.444	7,19	51.307	12.650	4,06	39.439	9.744	4,05
Luftkollektor	349	56	6,25	363	65	5,60	440	73	6,05
Speicherkollektor	0	0	-	0	0	-	0	0	-
Solarthermie¹	279.056	44.925	6,21	228.135	49.427	4,62	142.874	33.370	4,28
Wärmepumpen									
Sole-Wasser	41.302	6.231	6,63	42.763	6.705	6,38	31.781	5.079	6,26
Luft-Wasser	35.972	3.673	9,79	42.770	4.770	8,97	33.350	3.879	8,60
Wasser-Wasser	7.326	1.279	5,73	8.954	1.701	5,26	5.300	1.068	4,96
Sonstige	1.329	252	5,28	1.316	293	4,49	883	158	5,57
Wärmepumpen	85.930	11.434	7,52	95.803	13.469	7,11	71.313	10.184	7,00
BAFA Förderprogramm, gesamt									
Biomasse	434.985	64.826	6,71	488.606	82.254	5,94	335.210	52.495	6,39
Solarthermie	279.056	44.925	6,21	228.135	49.427	4,62	142.874	33.370	4,28
Wärmepumpen	85.930	11.434	7,52	95.803	13.469	7,11	71.313	10.184	7,00
BAFA	799.971	121.185	6,60	812.544	145.150	5,60	549.397	96.049	5,72

Werte in *kursiver Schrift* wurden anhand der Rechnungsauswertung korrigiert

¹ Differenzen der Gesamtsumme entstanden durch die Korrektur der Daten anhand der im Rahmen der Rechnungsauswertung ermittelten spezifischen Investitionen.

Bei Rechnungen, bei denen für das Gesamtsystem wichtige Komponenten, wie z.B. Pufferspeicher etc. fehlten, wurde diese Position durch einen entsprechenden Mittelwert zu dieser Position ergänzt. Somit wurden die vom BAFA ausgewiesenen Investitionen teilweise auch nach oben korrigiert. Für die Korrektur wurden die ermittelten spezifischen Investitionen auf die Grundgesamtheit der jeweiligen Sparte angewandt.

Die ermittelten Nettoinvestitionen sind in Tabelle 2-7 dargestellt. Falls eine Korrektur aufgrund mangelnder oder zu geringer Anzahlen bei der Rechnungsauswertung nicht möglich war, wurden die vom BAFA angegebenen Werte übernommen. Dies war jedoch nur für einen sehr geringen Anteil der gesamten Investitionssumme der Fall.

Die Gesamthöhe der durch die BAFA-Förderung im Jahr 2014 getätigten Nettoinvestitionen belief sich auf knapp 550 Mio. €. Entsprechend der Investitionssummen lässt sich erkennen, dass die größte Einzelposition den Anlagen der Raumheizung mit Biomasse und dort speziell den Pelletkesseln zukommt. Raumheizung mit Biomasse hatte im Jahr 2014 einen Anteil von ca. 60 % der gesamten BAFA-Fördermittel. Es folgen die Nettoinvestitionen für solarthermische Raumheizungen mit einem Fördermittelanteil von knapp 26 % sowie die Wärmepumpen mit etwa 13 %. Insgesamt sind die ausgelösten Investitionen um 48 % gegenüber dem Vorjahr gesunken.

2.4.2 Investitionen und Fördermittel KfW-Teil

Tabelle 2-8 stellt die Gesamtinvestitionen den Darlehensvolumina sowie den entsprechenden Tilgungszuschüssen der in 2014 errichteten Anlagen gegenüber.

Tabelle 2-8: Übersicht über Anzahl, Investitionen, Kreditvolumina und Tilgungszuschüsse im KfW-Teil der im Jahr 2014 errichteten Anlagen

	Wertstellung 2014	Summe Investition	Kredit- volumen	Zuschuss	Zinsvorteil ¹	Förderung gesamt
Wärmenetz	1.838	347.887.332	244.522.084	74.806.010	15.707.505	90.513.515
Große Biomasse-Anlage	744	69.227.771	55.205.156	5.342.624	3.546.245	8.888.869
Biogasleitung	28	6.161.331	6.307.591	1.779.788	405.184	2.184.972
Solarkollektoranlage	68	7.273.456	6.960.204	2.264.815	447.107	2.711.922
Wärmespeicher	199	8.865.035	7.081.314	1.936.299	454.886	2.391.185
Tiefengeothermie	0	0	0	0	0	0
KWK-Biomasse-Anlage	29	10.833.086	9.559.450	211.380	614.076	825.456
Biogasaufbereitung	7	14.976.449	14.220.900	4.451.849	913.516	5.365.365
Große Wärmepumpen	2	443.100	383.100	26.800	24.609	51.409
Gesamt	2.915	465.667.560	344.239.799	90.819.565	22.113.130	112.932.695

¹ Die Berechnung des Zinsvorteils basiert auf der Annahme, dass der Zinssatz der KfW-Darlehen ein Prozentpunkt unterhalb des marktüblichen Zinssatzes liegt.

Die Darlehenssumme ist in der Regel geringer als die Gesamtinvestition, da von den Förderempfängern auch ein Eigenkapitalanteil erwartet wird. Mit den Darlehen wurden durchschnittlich 75 % der angegebenen Investitionen finanziert, ein gegenüber dem Vorjahr nahezu unveränderter Wert. Rund 75 % der gesamten Investitionen und 82 % der angegebenen Zuschüsse beziehen sich auf Wärmenetze. Zählt man die großen Biomasseanlagen hinzu, welche in vielen Fällen mit einem Wärmenetz verbunden sind, so ergeben sich sogar 90 % bzw. 88 %.

2.5 Anteil geförderter Anlagen am Anlagenzubau

Die Entwicklung des Anteils geförderter Anlagen am Anlagenzubau kann interessante Hinweise über die Marktentwicklung von EE-Anlagen liefern. Die Betrachtung erfolgt technologiespezifisch, dabei wird der Anteil der Maßnahmen, die vom MAP gefördert wurden, im Verhältnis zu den insgesamt im selben Zeitraum abgesetzten Anlagen dargestellt. Ein geringer oder abnehmender Anteil geförderter Maßnahmen bei gleichzeitig konstanten Absatzzahlen kann ein Hinweis darauf sein, dass sich der Markt auch ohne MAP entwickelt. Aber auch andere Gründe sind denkbar. Dies ist insbesondere bei neuen Fördertatbeständen zu berücksichtigen. Schließlich werden z.T. auch bewusst nur bestimmte Marktsegmente gefördert, um besonders effizienten Systemen zum Marktdurchbruch zu verhelfen.

Der Anteil geförderter Anlagen 2014 am Gesamtvolumen wurde auf der Basis der Erhebungen des Bundesverbandes der Deutschen Heizungsindustrie e.V. (BDH) abgeschätzt. Im Bereich der Biomasse wird von einer nicht vollständigen Abdeckung der Erhebungen des BDH ausgegangen (Tabelle 2-9). Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass ein Teil des Marktes durch die Nutzungspflicht des EEWärmeG getrieben wird. Auch spiegeln die hier angegebenen Zahlen nicht den Markt für große Anlagen wider.

Tabelle 2-9: Absatzzahlen von Wärmeanlagen mit durchgeführten statistischen Korrekturen

Absatzzahlen Wärmeanlagen	2011	2012	2013	2014
Absatz Heizungen BDH gesamt (in Tsd.)	640	651	687	681
Absatz Heizungen EE, gesamt	235	281	269	264
Biomasse (nur Festbrennstoff Kessel)	20	65	61	80
<i>davon Biomasse nicht MAP förderfähig (Annahme)</i>	15	15	15	15
Wärmepumpe	66	71	72	71
Solarthermie	149	145	136	112

Es zeigt sich, dass gemessen an der Anzahl der insgesamt im Markt errichteten Anlagen, einschließlich fossil betriebener Anlagen, rund 8 % des Marktes durch das MAP angereizt wird. Bezogen allein auf Anlagen, die erneuerbare Energien nutzen, sind etwa 17 % dieses Marktsegmentes auf das MAP zurückzuführen (Abbildung 2-6). Auch dabei ist noch zu berücksichtigen, dass bei diesem Marktsegment auch noch solche Anlagen enthalten sind, die den technischen Anforderungen für eine MAP-Förderung nicht entsprechen oder im Neubau eingesetzt werden und daher durch das MAP gar nicht angereizt werden können. Gegenüber 2013 ist der Anteil des MAP damit um 8 % Punkte gesunken. Zum einen liegt dies am zunehmenden Anteil von EE-Anlagen im Neubau, zum anderen an einer höheren autonomen Nachfrage. Die vergleichsweise geringe Zahl der über die KfW geförderten Anlagen wurde hierbei nicht berücksichtigt.

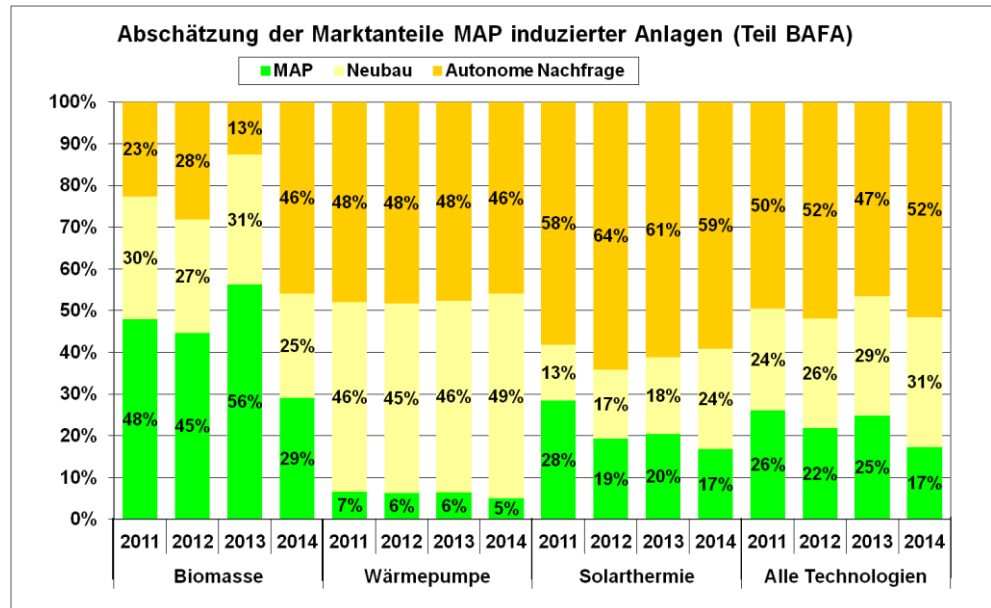


Abbildung 2-6: Anteil der im Rahmen des MAP errichteten Anlagen am Gesamtabsatz

Einige Statistische Kenngrößen lagen zu Redaktionsschluss noch nicht vor (Art der Beheizung im Wohnungsneubau 2014), so dass eine Trendfortschreibung der Entwicklung ab 2011 vorgenommen wurde.

Über den Betrachtungszeitraum von 4 Jahren ist eine Tendenz zur Abnahme der MAP induzierten Anlagenerrichtung in den Bereichen „Kleine Biomasse“, „Wärmepumpen“ und „Solarthermie“ zu erkennen. Gleichzeitig entwickeln sich die Absatzzahlen in diesen Bereichen insgesamt sehr unterschiedlich (vgl. Tabelle 2-9). Insgesamt bleibt daher abzuwarten, wie sich der Markt nach der Richtlinienänderung Anfang dieses Jahres (1. April 2015) entwickelt.

2.6 Vermiedene CO₂-Emissionen

Zur Bestimmung der durch die im Rahmen des MAP installierten Anlagen vermiedenen CO₂-Emissionen wurde der Ansatz des Umweltbundesamtes (UBA) gewählt. Mit der „Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger“ stellt das UBA Schadstoffvermeidungsfaktoren für verschiedene erneuerbare Energiesysteme bereit, welche durch Multiplikation mit der entsprechenden erneuerbaren Energiemenge aus Abschnitt 2.3 eine Abschätzung der vermiedenen Emissionen zulässt (UBA 2013). Die verfügbaren Vermeidungsfaktoren haben ein hohes Aggregationsniveau und bauen auf zahlreichen Annahmen auf. Diese wurden für die vorliegenden Berechnungen angepasst:

- Wärmepumpentypen Sole-Wasser und Luft-Wasser: Die Vermeidungsfaktoren wurden von durchschnittlichen Annahmen des UBA zu den Jahresarbeitszahlen auf spezifische Werte für Sole-Wasser und Luft-Wasser zurückgerechnet und dabei auch die Verteilung Bestand-Neubau berücksichtigt.
- Solarthermische Anlagen: Aufgrund abweichender Annahmen des UBA zur Verteilung zwischen Flach- und Röhrenkollektoren

(74 % zu 26 %) und fehlender Angaben zu den spezifischen solaren Wärmeerträgen konnte der angegebene aggregierte Wert nicht auf spezifische Werte für Flach- bzw. Röhrenkollektoren zurückgerechnet werden. Daher wird ein aggregierter Gesamtwert „Solarthermie-Mix“ für vermiedene CO₂-Emissionen angegeben.

- Biogasleitungen und -aufbereitungsanlagen: alternativer Ansatz zur Bestimmung der vermiedenen CO₂-Emissionen (s. Appendix 7, 1.1.2 Annahmen Biogasleitungen und -aufbereitung).
- Wärmenetze: Diese wurden insoweit berücksichtigt, als dass ein Teil der Abwärme aus Biogasanlagen fossile Einzelheizungen ersetzt. Für die entsprechenden CO₂-Emissionsfaktoren wurden ebenfalls die Annahmen des UBA (2013) herangezogen. Für den Teil der Wärmenetze, welche durch Anlagen auf Basis fester Biomasse beheizt werden, wurde – um eine Doppelzählung zu vermeiden – angenommen, dass diese durch die großen KfW-geförderten Biomasseanlagen abgedeckt sind.

Die folgende Tabelle 2-10 und Abbildung 2-7 geben eine Übersicht über die ermittelten jährlich vermiedenen CO₂-Emissionen. Insgesamt werden von im Jahr 2014 errichtete Anlagen mit MAP-Förderung gut 650 Tsd. Tonnen CO₂-Äquivalente pro Jahr vermieden.

Die Anlagen zur Verfeuerung von fester Biomasse sind für etwa 68 % der gesamten vermiedenen CO₂-Äquivalent-Emissionen verantwortlich. Zuzüglich der Biogasaufbereitungsanlagen sowie der durch Wärmenetze erschlossenen Biogas-BHKW ergibt sich für die Biomasse ein Beitrag von knapp 97 % an der MAP-initiierten CO₂-Vermeidung. Die solarthermischen Anlagen kommen auf lediglich rund 16 Tausend Tonnen pro Jahr, das sind knapp 3 % der gesamten vermiedenen Emissionen. Unter einem Prozent liegt der Anteil der Wärmepumpen an den vermiedenen CO₂-Emissionen. Dies liegt zum einen am insgesamt niedrigen Beitrag der Wärmepumpen an der erneuerbaren Energiebereitstellung (rund 48 GWh), zum anderen an der für die Berechnungen verwendeten Datenbasis des UBA zu den Kohlendioxidemissionen der Stromerzeugung (deutscher Strommix).

Tabelle 2-10: Durch im Jahr 2014 im Rahmen des MAP errichtete Heizanlagen vermiedene CO₂-Emissionen

	CO ₂ Äqui- valente	CO ₂
Feste Biomasse-Einzelfeuerungen (HH)	172.231	170.849
Feste Biomasse-Scheitholzkessel (HH)	135.832	132.285
Feste Biomasse-Mix (Industrie)	2.959	3.044
Feste Biomasse-H(K)W	131.140	133.376
Biogasleitungen und -Aufbereitung ¹	15.306	14.305
Wärmenetze Erschließung Biogas BHKWs	173.074	239.778
Tiefe Geothermie H(K)W	0	0
Sole-Wasser & Wasser-Wasser WP Bestand	1.853	1.758
Luft-Wasser Wärmepumpe Bestand	405	374
Solarthermie-Mix	16.477	15.720
Gesamte Vermiedene Emissionen	649.276	711.489

¹ Ableitung s. Appendix 7, 1.2 Annahmen Biogasleitungen und -Aufbereitung

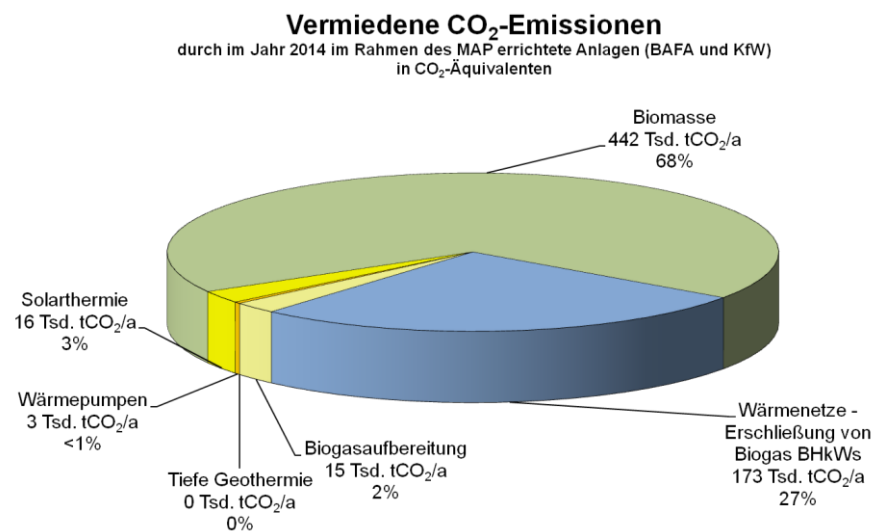


Abbildung 2-7: Vermiedene Emissionen nach Technologiegruppen

2.7 Vermiedene externe Kosten

Für die Abschätzung der vermiedenen externen Kosten stützt sich die Evaluierung aus Gründen der Konsistenz auf die Annahmen des Projektes „Einzel- und gesamtwirtschaftliche Analyse von Kosten- und Nutzenwirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energien im Strom- und Wärmemarkt“ (ISI et al., 2010). Die Annahmen zur Berechnung der Schadenskosten befinden sich im Anhang (vgl. Appendix 7, 1.2 Schadenskosten).

Tabelle 2-11: Durch im Rahmen des MAP 2014 errichtete Anlagen vermiedene externe Kosten

Vermiedene Externe Kosten in Mio. Euro	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	Staub	NMVOC	Gesamt
Feste Biomasse-Einzelfeuerungen (HH)	16,7	0,3	-0,2	0,6	-0,1	-0,3	-0,4	16,6
Feste Biomasse-Scheitholzkessel (HH)	13,0	0,5	0,3	0,7	-0,3	-0,1	0,0	14,0
Feste Biomasse-Mix (Industrie)	0,3	0,0	-0,1	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,1
Feste Biomasse-H(K)W	13,1	0,7	-2,6	0,4	-2,5	-0,8	-0,3	7,9
Biogas-Mix (BHKW)	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4
Wärmenetze Erschließung Biogas BHKWs	23,5	-7,1	-10,3	0,8	-1,1	0,0	0,0	5,8
Tiefe Geothermie H(K)W	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sole-Wasser & Wasser-Wasser WP Bestand	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
Luft-Wasser Wärmepumpe Bestand	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Solarthermie-Mix	1,5	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	1,8
Gesamt	69,7	-5,5	-12,9	2,6	-4,1	-1,3	-0,8	47,8

In Tabelle 2-11 sind die Ergebnisse der Berechnung dargestellt. Gut 80 % der vermiedenen externen Kosten entfallen auf die Biomasse, weitere rund 15 % auf das Segment Biogas (BHKW und Erschließung). Daneben ist festzuhalten, dass aufgrund der schlechteren Emissionswerte bei den Schadstoffgruppen der Stickoxide, Kohlenwasserstoffe und der Staubemissionen die Biomassenanlagen auch negative externe Kosten erzeugen. Diese werden von den vermiedenen externen Kosten abgezogen.

2.8 Arbeitsplätze durch MAP-geförderte Anlagen

Da eine detaillierte Ermittlung der durch das MAP- induzierten Beschäftigungseffekte im Sektor der erneuerbaren Energien im Rahmen dieser Evaluierung nicht darstellbar ist, wurde eine Abschätzung durchgeführt. Hierzu wurden die aktuellen Ergebnisse zur Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2014 herangezogen (O'Sullivan et al. 2015).

Für die Abschätzung der dem MAP zuzuschreibenden Anteile wurden die durch das MAP in Deutschland ausgelösten Investitionen ins Verhältnis zu den in der oben genannten Untersuchung angegebenen gesamten Investitionen gesetzt. Abbildung 2-8 zeigt das Ergebnis der Abschätzung, wobei zu beachten ist, dass sich der gesamte Balken Biomasse sowohl auf den Wärme- als auch auf den Stromsektor bezieht. Der MAP-Anteil ist zum größten Teil nur dem Wärmesektor zuzuschreiben (Ausnahme: KWK-Anlagen).

Insgesamt kommt man mittels dieser Abschätzung auf knapp 7.850 Arbeitsplätze, wovon 63 % auf die Biomasse und 29 % auf die Solaranlagen entfallen. Die Geothermie hat entsprechend einen Anteil an Beschäftigung im EE-Sektor von 8 %.

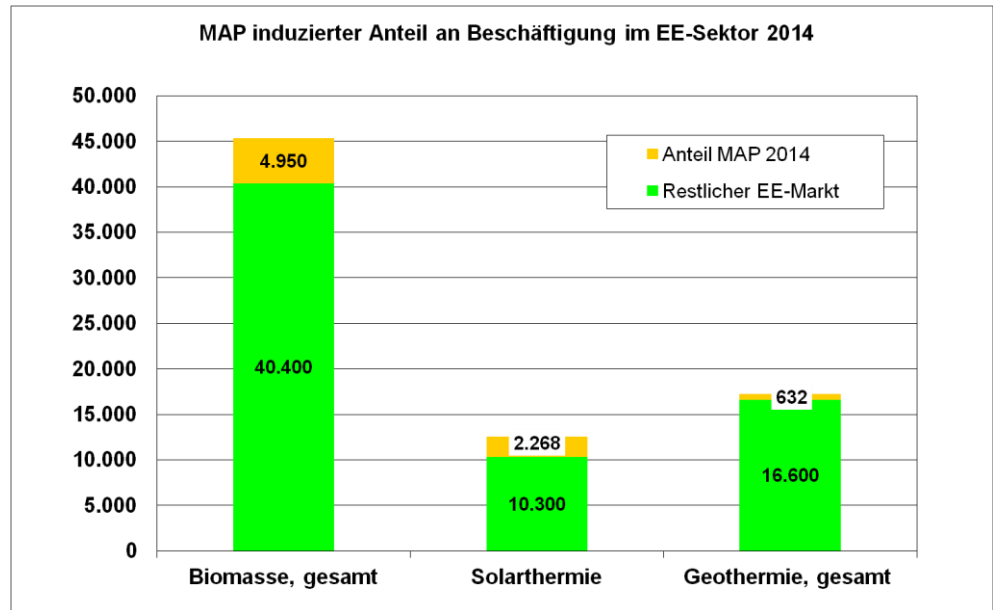


Abbildung 2-8: Abschätzung des MAP induzierten Anteils an der Beschäftigung im EE-Sektor

2.9 Langfristigkeit des Förderprogramms

Eine langfristige, kontinuierliche und gut absehbare Förderung ist eine wichtige Voraussetzung zur Etablierung einer einheimischen Produktion, da nur mit der Erwartung eines mittel- und langfristigen Absatzes auch Investitionen in Produktionskapazitäten erfolgt.

Im Berichtszeitraum 2014 erfolgte keine wesentliche Anpassung der Förderrichtlinie. Daher ist das Förderjahr 2014 durch eine hohe Kontinuität der Förderung gekennzeichnet.

3. Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle gliedert sich in die drei Bereiche Zielerreichungs-, Wirtschaftlichkeits- und Wirkungskontrolle. Die Ergebnisse der Erfolgskontrolle werden im Folgenden detailliert erläutert. Für einzelne Indikatoren wird keine jährliche Aktualisierung durchgeführt und in diesen Fällen auf den Bericht der Evaluierung des Förderjahres 2013 verwiesen.

3.1 Zielerreichungskontrolle

3.1.1 Ausbau der erneuerbaren Wärme- und Kälteversorgung

Einen ersten Anhaltspunkt für die Rolle des MAP beim Ausbau der erneuerbaren Wärme- und Kälteversorgung liefert der Vergleich des jährlichen Zubaus mit den Zielen der Leitstudie des BMU (Nitsch et al. 2012). Aus Abbildung 3-1 wird deutlich, dass das MAP allein für die Erreichung der dort formulierten Ziele für den Wärmemarkt nicht ausreichend ist, aber doch einen ganz wesentlichen Beitrag leistet. Eine Aussage zur Zielerreichung ist mit dieser Einordnung aber nicht möglich.

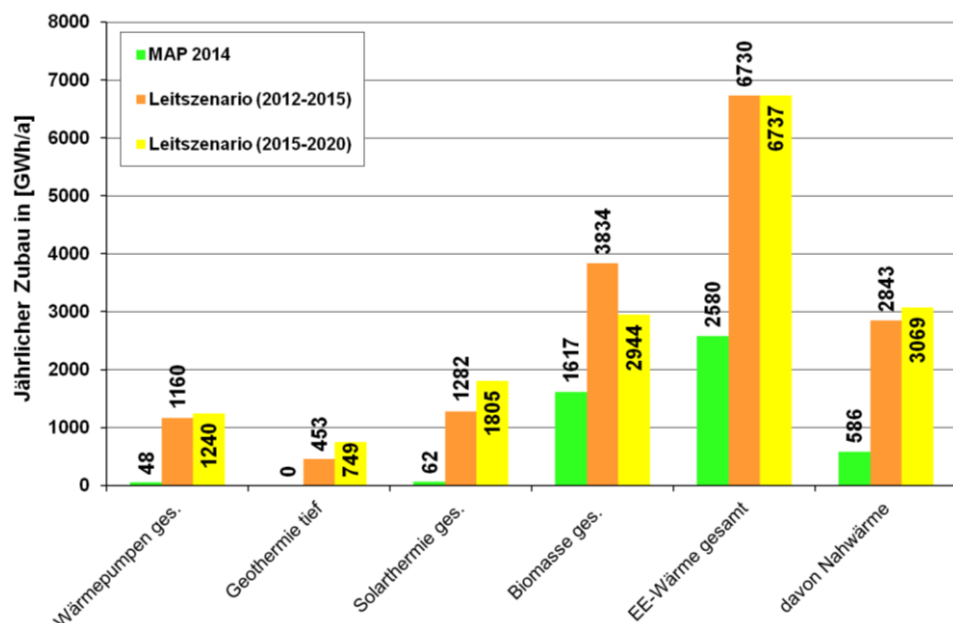


Abbildung 3-1: Vergleich MAP Zubau 2014 mit den Zielen der Leitstudie 2012 (Endenergie)

Angaben in Endenergie, bei Wärmepumpen: Umweltwärme, Biomasse incl. des Anteils Neuerschließung Abwärme bei Biogasmotoren

Die Definition von Zielgrößen für die einzelnen Energieträger-Sparten erfolgt mit Hilfe der Leitstudie sowie aktuellen Zahlen zur Marktentwicklung und Überlegungen zum Beitrag des MAP. Es wurde eine lineare Entwicklung zur Zielerreichung zugrunde gelegt.

Abhängig von Faktoren wie allgemeine Wirtschaftslage, Preisentwicklung fossiler Energieträger etc. schwankt der Anlagenabsatz un-

abhängig vom MAP und dessen Gestaltung. Daher werden anstatt strikter Sollwerte Bandbreiten in der Größenordnung von +/- 20 % definiert, um extern bedingte Schwankungen bei der Zielgrößendefinition zu berücksichtigen. Fällt der ermittelte Wert in diesen Korridor, gilt das Ziel als erreicht.

Tabelle 3-1: Spartenspezifische Zielwerte MAP für den Zeitraum 2010-2015 im Vergleich zum tatsächlich realisierten Zubau im Jahr 2014

Sparte	Zielwerte		Tatsächlicher Zubau 2014	
	Anzahl	Endenergie (GWh/a)	Anzahl	Endenergie (GWh/a)
Biomasse	Einzelanlagen 10-15 Tsd. Stück/Jahr	450	22.142 Zentralheizungen	1009
	davon ca. 10 % der Anlagen als Nahwärme & Prozesswärme	740	1.198 Pelletöfen	9
			744 Großanlagen	599
Wärmepumpen	5 Tsd. Stück/Jahr	90	3.556 Wärmepumpen	48
	davon Anteil Großwärmepumpen mittelfristig mind. 5 %		2 Großwärmepumpen	0,4
Solarthermie	Kollektorfläche: 0,8 - 1,0 Mio. m²/a	280	18.777 Tsd. Anlagen	58
	Anzahl Anlagen: 80 - 90 Tsd.		218.591 m² Fläche	
	Anteil von Nahwärme- & Prozesswärmesystemen am Gesamtmarkt Solaranlagen 25 %	290	68 Großanlagen	4
			8.814 m² Fläche	
Tiefen geothermie	ca. fünf Anlagen pro Jahr	450	3 Anlagen	0
Nahwärmenetze	1.600 Netze / Jahr	285 ¹	1.838 Wärmenetze	853 ²
			199 große Wärmespeicher	
Kälte	Beginnend mit 20 Anlagen pro Jahr		0 Solarthermische Anlagen	-
			0 kleine Anlagen	
			0 Großanlage	
Gesamt		2585		2580

¹ Im MAP-Gesamtzubau werden nur jene Wärmenetze berücksichtigt, deren Wärmeerzeugung nicht über das MAP gefördert werden (rund 285 GWh).

² Von der Wärmebereitstellung über Wärmenetze werden lediglich die 853GWh/a Neuerschließung von Abwärme aus Biogasanlagen berücksichtigt. Um Doppelzählungen zu vermeiden, bleiben dagegen jene Wärmenetze, die aus Biomasse gespeist werden oder für die keine Angaben zum Brennstoff vorliegen, unberücksichtigt. Biogasleitungen und -aufbereitungen werden ebenso nicht berücksichtigt.

Nach § 1 Abs. 2 des EEWärmeG soll der Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte bis zum Jahr 2020 auf 14 % steigen. Wie dieses Ziel auf die einzelnen Energieträger-Sparten verteilt wird, ist eine Allokationsfrage – bei Übererfüllung einer Sparte ist bis zu einem gewissen Grad auch eine Untererfüllung einer anderen Sparte denkbar. Die Zielwerte sowie der tatsächliche Zubau im Evaluierungsjahr 2014 sind in Tabelle 3-1 zusammengefasst.

Gerade bei der Biomasse scheint der in der Leitstudie ausgewiesene Zielwert von 950 GWh/a, der einem Zubau von rund 18.000 Anlagen pro Jahr entspricht, hinter dem verfügbaren Potential zurückzublei-

ben (vgl. Nitsch et al., 2012). Geht man von einer hälftigen Abdeckung dieses Zubaus durch das MAP aus, so wären nur etwa 9.000 Anlagen über das MAP zu fördern. Die Evaluatoren gehen dagegen von einem Anteil des MAP am Gesamtzubau von ca. 10-15.000 Anlagen und einem Endenergie-Zielwert von 1.190GWh pro Jahr aus.

Das Programmziel des Ausbaus der erneuerbaren Wärme- und Kälteversorgung von 2.585 GWh erneuerbarer Wärme für 2014 wurde in etwa erreicht (Abbildung 3-2).

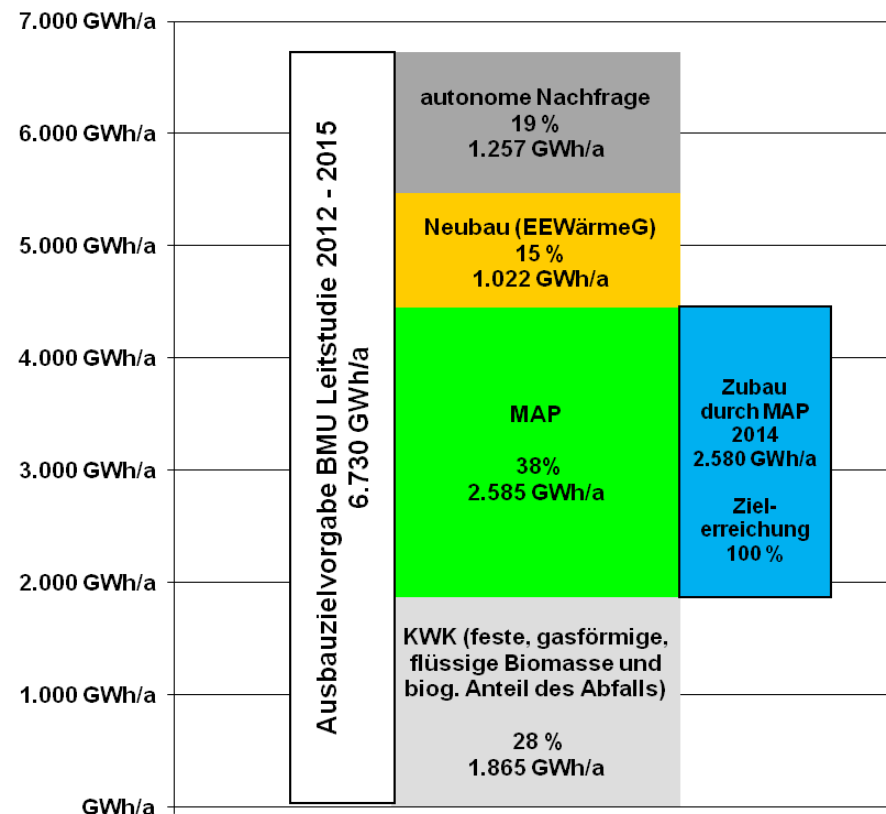


Abbildung 3-2: Erreichung der Ausbauziele

Zur Zielerreichung in den einzelnen Technologiesegumenten: Im Bereich der Biomasse ist das Ausbauziel deutlich übererfüllt. Dies ist auf den Zubau kleiner Kessel bis 100 kW zurückzuführen, während die größeren Anlagen hinter den Zielwerten zurückblieben. Insgesamt tragen die Biomasseanlagen zu über 60 % zur Zielerreichung bei. Bei Wärmepumpen wurde mit rund 3.500 Anlagen die Zielgröße von 5.000 Stück nicht erreicht, der Anteil der Großwärmepumpen wurde ebenfalls verfehlt und damit auch der anvisierte Zubau an Endenergie. Die Branche begründet dies mit einem allgemein vorherrschende Sanierungsstau sowie dem derzeit niedrigen Ölpreisniveau. Vor allem aufgrund der nach wie vor hohen autonomen Nachfrage im Neubau ist der Absatz von Wärmepumpen wohl insgesamt im Zielkorridor des Leitszenarios. Bei kleinen Solarkollektoren wurde nur etwa ein Viertel des angestrebten Zielwertes erreicht. Ähnliches gilt für den Bereich der solaren KfW-Förderung. Eine mög-

liche Begründung ist, dass neue Marktsegmente wie Trinkwarmwasserbereitung bzw. Heizungsunterstützung für Mehrfamilienhäuser und Nichtwohngebäude sowie der Bereich der Prozesswärme nur sehr schleppend erschlossen werden. Eine deutliche Lücke zwischen Zielwert und tatsächlichem Zubau verzeichnet die Tiefengeothermie, in diesem Jahr ist kein Zubau zu verzeichnen. Im Bereich der solarthermischen Kälteerzeugung wurden keine Anlagen in Betrieb genommen. Eine Übererfüllung der Zielwerte für die Anlagenzahlen als auch die erzeugte Endenergie ist dagegen bei den Wärmenetzen zu verzeichnen.

Für Anlagen zur Aufbereitung und Einspeisung von Biogas wurden bisher keine Zielwerte vereinbart. In diesem Segment ist zu berücksichtigen, dass der Ausbau der Biogasnutzung weitestgehend durch das EEG getrieben wird und die MAP-Förderung lediglich ergänzende Impulse setzen kann. Die künftige Entwicklung wird daher auch von den künftigen Rahmenbedingungen im Strombereich abhängen. Nach einer Studie der dena sollen sechs Milliarden Normkubikmetern Biogaseinspeisung im Jahr 2020 erreicht werden (dena 2009). Hierzu wäre ein Zubau von 100 bis 200 Anlagen jährlich erforderlich. Im Vergleich zu dieser erforderlichen Entwicklung sind die im Jahr 2014 im MAP finanzierten sieben Anlagen nur unzureichend. Dabei muss berücksichtigt werden, dass das MAP nur kleine Aufbereitungsanlagen, die wegen geringer Wirtschaftlichkeit eine ergänzende Zuschussförderung benötigen, fördert. Mit dem Ende der MAP-Förderung von Biogasaufbereitungsanlagen zum 01.01.2013 werden zudem nur jene Anlagen berücksichtigt, für die vor dem Auslaufen der MAP-Förderung ein Förderantrag gestellt wurde und die erst 2014 wertgestellt wurden. Darüber hinaus wurden 28 Biogasleitungen gefördert. Für dieses Segment der Förderung lassen sich daher keine Zielwerte aus der Leitstudie ableiten.

3.1.2 Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit

Die Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit wird mit Hilfe der drei Indikatoren „Senkung der spezifischen Wärmegestehungskosten“ (Abschnitt 3.1.2.1), „Marktstruktur“ (Abschnitt 3.1.2.2) und „Marktdynamik“ (3.1.2.3) bestimmt.

3.1.2.1 Senkung der spezifischen Wärmegestehungskosten

Damit sich erneuerbare Energien langfristig und nachhaltig auf dem Wärme – und Kältemarkt etablieren können, müssen sie kostenseitig mit fossilen Energieträgern konkurrieren können. Dabei ist zu beachten, dass erneuerbare Energien konkurrenzfähiger wären, wenn die externen Kosten fossiler Energien internalisiert würden und damit ein fairer Wettbewerb hergestellt wäre. Aber auch unter den derzeitigen Rahmenbedingungen verbessert sich die Wettbewerbssituation der erneuerbaren Energien schon dadurch, dass langfristig mit einem Anstieg der Preise fossiler Brennstoffe zu rechnen ist. Trotzdem:

Aufgrund des Kostenabstands vieler erneuerbarer Technologien zu den fossilen Brennstoffen müssen die spezifischen Investitions- und in Folge dessen auch die Energiegestehungskosten gesenkt werden, um - bei gleichzeitig geringeren Umweltauswirkungen - wettbewerbsfähig zu werden. Kostensenkungen werden insbesondere durch technischen Fortschritt und durch Skaleneffekte aus wachsenden Märkten erwartet. Steigende Rohstoffpreise, etwa von Kupfer, können einen Teil dieser Kostensenkungen wieder aufzehren. Auch können im Rahmen dieser Evaluation nur Preise und keine Kosten erhoben werden. Eine steigende Nachfrage bei gleichbleibendem Angebot kann aber zu Preissteigerung führen, ohne dass diese durch Kostensteigerungen begründet wären. Zusätzlich können höhere Kosten der durch Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien erzeugten Wärme und Kälte teilweise dadurch gerechtfertigt werden, dass diese Anlagen für den Investor einen gewissen Mehrwert darstellen, wie z.B. eine Erhöhung der Preis- und Versorgungssicherheit, bezogen auf den Brennstoff.

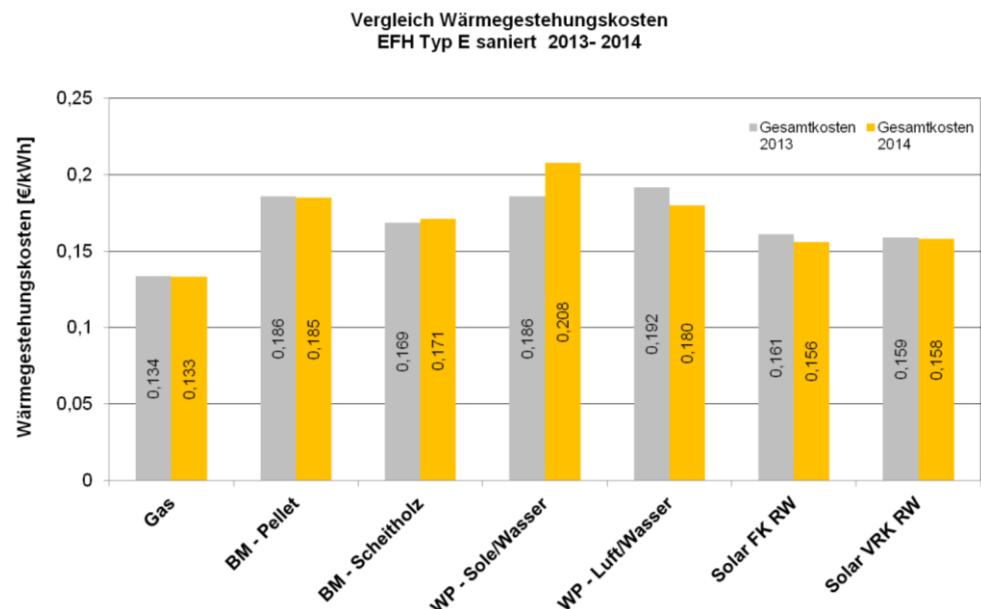


Abbildung 3-3: Vergleich der Wärmegegestehungskosten von erneuerbaren Energien in einem sanierten Einfamilienhaus im Jahr 2013-2014 (ohne Förderung).

Es werden für die sieben Systeme Pelletkessel, Hackgutkessel (hierbei nur Mehrfamiliengebäude, sinnvoller Einsatz erst ab entsprechend hoher Wärmenachfrage), Scheitholzkessel (nur Einfamiliengebäude, da geringer Automatisierungsgrad und in großen Leistungsklassen nicht verfügbar), Luft-Wasser-Wärmepumpe, Sole-Wasser-Wärmepumpe, Solarflachkollektoren und Solarvakuumröhrenkollektoren (in Kombination mit einem Gas-Brennwertkessel) in den vier Anwendungsfällen saniertes/unsaniertes Ein-/Zweifamilienhaus (Gebäudetypologie E) bzw. Mehrfamilienhaus (ebenfalls Gebäudetypologie E) ermittelt, wie sich die typischen Energiegestehungskosten im Zweijahresmittel im Vergleich zum Zweijahresmittel der Vorperiode entwickelt haben.

Beispielhaft sind die aktuellen Wärmegestehungskosten der oben genannten Anlagentypen für die Anwendung je in einem sanierten Ein- und einem Mehrfamilienhaus dargestellt (Abbildung 3-3 und Abbildung 3-4).

Aufgrund der geringeren Fallzahl, der größeren Heterogenität der geförderten Anlagen und letztlich auch der nicht ausreichend differenziert genug vorliegender Kostendaten realisierter Anlagen, kann eine vergleichbare Rechnung für den KfW-Teil nicht durchgeführt werden.

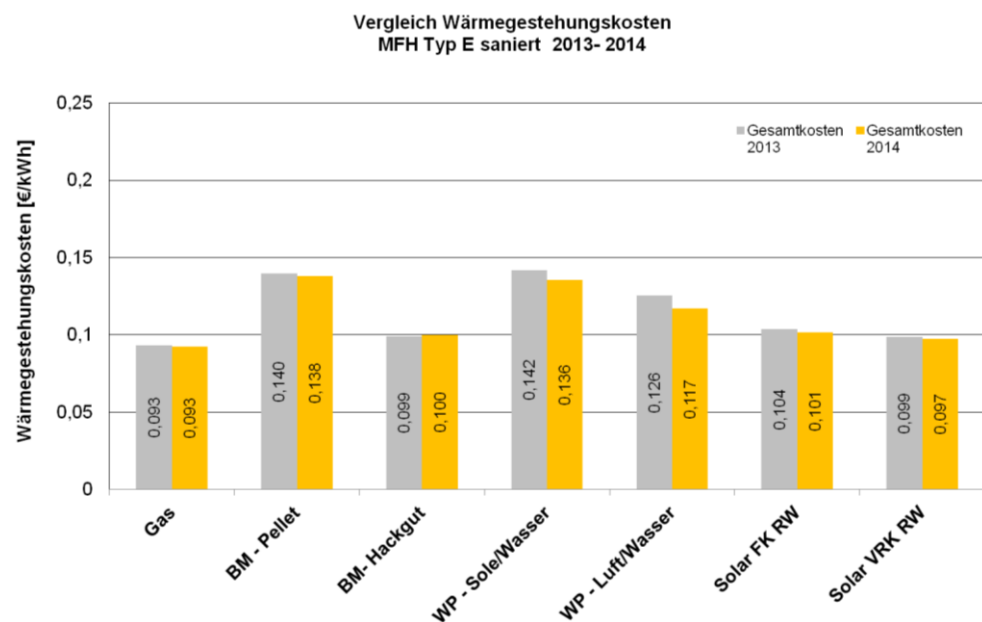


Abbildung 3-4: Vergleich der Wärmegestehungskosten von erneuerbaren Energien in einem sanierten Mehrfamilienhaus im Jahr 2013-2014 (ohne Förderung).

Tabelle 3-2: Jährliche durchschnittliche Änderung der spezifischen Wärmegestehungskosten in der Periode 2013/14 gegenüber 2011/12.

	EFH Typ E unsaniert	EHF Typ E saniert	MFH Typ E unsaniert	MFH Typ E saniert	Mittelwert
Pelletkessel	-3%	-2%	-6%	-6%	-4%
Hackgutkessel			-4%	0%	-2%
Scheitholzkessel	-3%	-1%			-2%
Wärmepumpe S/W	-4%	-4%	-5%	-4%	-4%
Wärmepumpe L/W	-6%	-4%	-2%	-2%	-3%
Solar FK	-1%	1%	-2%	0%	-1%
Solar VRK	2%	5%	1%	5%	4%

Positive Werte geben Kostensenkungen, negative Werte Kostensteigerungen an.

Innerhalb einer Technologie wird aus den einzelnen Kostenänderungen über eine ungewichtete Mittelwertbildung die Kostensenkung für die gesamte Technologie ermittelt (Tabelle 3-2). Die zu beobachtenden Veränderungen sind dabei nicht ausschließlich auf Änderungen der Investitionskosten der Anlagen zurückzuführen. So wurden bei

der Berechnung der Wärmegestehungskosten für alle Anlagen die Brennstoffpreise entsprechend angepasst.

Die so ermittelte Kostenentwicklung bei den Wärmegestehungskosten der betrachteten Versorgungsoptionen wird mit den aus der Leitstudie abgeleiteten Kostensenkungszielen verglichen (Tabelle 3-3). Lediglich für die Vakuumröhrenkollektoren ergeben sich Kostensenkungen. Dies ist auf geringere Investitionskosten zurückzuführen, so dass trotz gestiegener Energiepreise für das Kombisystem SolarVK/Gas-Brennwertkessel eine Kostensenkung zu registrieren ist. Bei Biomasse-Versorgungstechnologien sind überwiegend Kostensteigerungen zu verzeichnen. Dies liegt in erster Linie an höheren Kosten für die Energieträger Holzpellet, Hackgut und Scheitholz, so dass die Wärmegestehungskosten der Periode 2013/14 trotz tendenziell gesunkener Investitionskosten über denen der Periode 2011/12 liegen. Die Wärmepumpen-Systeme weisen wie schon bei der letztjährigen Evaluierung höhere Kosten auf. Verantwortlich sind höhere Wärmepumpentarife beim Strombezug sowie gestiegene Investitionskosten.

Der Gesamtzielerreichungsgrad bezüglich Kostensenkung ergibt sich aus der nach Fördersumme der jeweiligen Technologie gewichteten Summe der technologiespezifischen Zielerreichungsgrade. Dieser beträgt 17 % und liegt damit unter dem Wert der letzten Evaluierung (34 %).

Tabelle 3-3: Kostensenkungsziele für einzelne Technologien

Technologie	Kostensenkungsziel [%/a]	Kostensenkung 2013/14 gegenüber 2011/12	Zielerreichungsgrad
kleine Biomasseanlagen	0,0%	Kostensteigerung (3%)	0%
kleine Wärmepumpen	1,3%	Kostensteigerung (4%)	0%
kleine Solaranlagen	3,0%	1%	50%
Gesamt			17%

3.1.2.2 Marktstruktur und Wettbewerb

Für diesen Indikator erfolgt eine quantitative Bewertung der Marktstruktur bzw. der Wettbewerbsintensität in den unterschiedlichen Technologiesektoren auf Grundlage des Herfindahl-Hirschmann-Indexes (HHI). Der HHI ist ein allgemein akzeptierter Marktkonzentrationsindex. Er wird durch Summierung der quadrierten Marktanteile von Unternehmen innerhalb eines Marktsegmentes berechnet.

$$HHI = \sum_{i=1}^N a_i^2 * 10.000$$

ai: Marktanteile von Unternehmen auf einem bestimmten Markt

Ganz allgemein wird die Marktkonzentration bei einem HHI von unter 1000 als niedrig, von 1000 bis 1800 als mittelmäßig und über 1800 als stark bezeichnet. Die Bewertung wird ergänzt um eine quantitative Beurteilung der Marktdynamik (Zugänge von Anbietern). Mit diesem Indikator kann gemessen werden, ob ein wettbewerbsorientierter und nachhaltiger Markt für Wärme- und Kältetechnologien basierend auf erneuerbaren Energien vorherrscht, bei welchem kein Anbieter eine marktbeherrschende Stellung einnimmt und welcher sich dynamisch entwickelt.

Tabelle 3-4: Herfindahl-Hirschmann-Index für Biomassetechnologien und Wärmepumpen

Technologie	Herfindahl-Hirschmann-Index		
	2012	2013	2014
Biomasse	644	702	747
Wärmepumpen	653	586	582

Für die Technologien Wärmepumpen und Biomassekessel bis 100 kW konnte der HHI auf der Basis der nach Herstellern aufgelösten Förderzahlen des BAFA berechnet werden. Dies stellt nur eine Annäherung, wenn auch von hoher Güte, der tatsächlichen Marktstruktur dar. Im Förderjahr 2014 wurden im Rahmen des MAP insgesamt rund 3.550 Wärmepumpen von insgesamt 100 Herstellern errichtet. Die drei größten Anbieter kommen hierbei auf 540, 379 bzw. 246 Anlagen. Der HHI berechnet sich zu 582 Punkten; der Markt für Wärmepumpen ist demnach nicht konzentriert. Dies gilt in gleichem Maße für die Biomassekessel, auch hier ist die Marktkonzentration als niedrig einzustufen (HHI = 747).

Für die anderen Technologien konnte aufgrund fehlender Datenbasis keine vergleichbare Berechnung angestellt werden. Da keine anders lautenden Studien über eine hohe Marktkonzentration für die anderen Technologien vorliegen, kann von einer gesunden Marktstruktur ohne übermäßige Konzentration ausgegangen werden. Auf Grundlage dieser Annahme ist das Ziel eines nachhaltigen Marktes für Wärme- und Kältetechnologien zu 100 % erreicht.

3.1.2.3 Marktdynamik

Die Bewertung der Marktstruktur wird ergänzt um eine quantitative Beurteilung der Marktdynamik (Zugänge von Anbietern). Neben der Marktstruktur sollte ein „gesunder“ Markt auch durch eine gewisse Dynamik geprägt sein, bei dem neue Anbieter in den Markt eintreten können. Nach dem idealtypischen Produktlebenszyklus ist ein freier Marktzugang besonders in der Einführungs- und Wachstumsphase einer Technologie essentiell, denn von neuen Anbietern werden zusätzliche Innovationen erwartet, wie auch ein verstärkter preislicher und technologischer Wettbewerb. In späteren Phasen des Produktlebenszyklus bestehen dagegen für neue Anbieter kaum Anreize, in

den Markt einzutreten. Eher sind in der Reife- und Sättigungsphase Unternehmensfusionen und Kooperationen zu beobachten (Pöschek, 2000).

Auf Grundlage dieser Überlegungen sollte für diejenigen Technologien, die sich in der Einführungs- und Wachstumsphase des Produktlebenszyklus befinden, zur Bewertung von Marktstruktur und Wettbewerb ebenfalls die Marktdynamik gemessen werden. Dies erlaubt, Aussagen darüber zu treffen, ob in neuen Technologiesegmenten Markteintrittsbarrieren vorliegen und ob zukünftig ein verstärkter Wettbewerb zu erwarten ist. Als Bewertungskriterium für die Marktdynamik wird das Verhältnis von neuen Marktanbietern zur Gesamtzahl der Anbieter im Marktsegment in einem Jahr erfasst.

$$\text{Marktdynamik [\%]} = \frac{\text{Anzahl neuer Anbieter}}{\text{Anzahl aller Marktteilnehmer}}$$

Eine optimale Marktdynamik als Zielwert lässt sich theoretisch nicht eindeutig ableiten. Aus praktischen Überlegungen heraus scheint es jedoch angemessen, dass im optimalen Fall bei Technologien in der Wachstumsphase des Produktlebenszyklus mindestens 10 % aller Marktteilnehmer neue Anbieter sind. In der Einführungsphase, in der ein hoher Kapitalbedarf besteht und zunächst Markteintrittsbarrieren in Form von Verbrauchergewohnheiten und Konkurrenz zu überwinden sind, reduziert sich die optimale Ausprägung des Marktdynamik-Indikators auf 5 %.

Auf der Basis der Listen des BAFA zu den im MAP förderfähigen Anlagen in den Bereichen Biomasse und Wärmepumpen wurde die Anzahl neuer Anbieter ins Verhältnis zur Anzahl aller Anbieter in den jeweiligen Märkten gesetzt (Tabelle 3-5). Für die betrachteten Märkte zeigt sich, dass der Mindestwert von 5 % neue Anbieter erreicht wird und somit der Indikator auch insgesamt zu 100 % erreicht ist.

Tabelle 3-5: Anzahl der neuen Anbieter absolut und relativ zur jeweiligen Gesamtzahl der Anbieter für die Märkte Biomasse, Solarkollektoren und Wärmepumpen

	2012		2013		2014		Ziel- erreichung
	Zugänge	% alle Anbieter	Zugänge	% alle Anbieter	Zugänge	% alle Anbieter ¹	
Biomasse	10	5%	14	6%	22	12%	100%
Solarkollektoren	59	19%	19	6%	- ²	-	-
Wärmepumpen	13	11%	14	12%	17	16%	100%

¹ Annahme: Produktlebenszyklus identisch über die Evaluierungsperiode 2012 bis 2014.

² Keine aktuellen Angaben zur Solarthermie

Zur Messung der Erreichung des Ziels „Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit“ werden die drei Teilindikatoren zusammengefasst, wobei die Gewichtung einerseits die Bedeutung des jeweiligen Teilindikators für die Zielerreichung widerspiegelt, andererseits zusätz-

lich auch die unterschiedliche wissenschaftliche Güte der Indikatoren berücksichtigt.

Gesamtindikator

$$I_{\text{Wettbewerbsfähigkeit}} = 0,8 * I_{\text{Kosten}} + 0,15 * I_{\text{HHI}} + 0,05 * I_{\text{Dynamik}}$$

Das Ziel der Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit von erneuerbaren Energien im Wärmemarkt ist damit zu 34 % erreicht worden.

3.1.3 Schaffung einer nachhaltigen Versorgungsstruktur

Mit diesem Indikator wird bewertet, inwiefern mit dem MAP Absatzstrukturen und Versorgungsinfrastrukturen gefördert werden, die auch mittel- und langfristig die Implementierung einer nachhaltigen Energiewirtschaft unterstützen. Insbesondere geht es darum, den Weg für jene Technologien zu bereiten, die zwar heute nur geringe Relevanz für die Erreichung der kurzfristigen Mengenziele haben, mittel- und langfristig aber als wichtig eingeschätzt werden, um höhere Anteile erneuerbarer Energien in der Wärmeversorgung zu erreichen.

Dabei ist zu beachten, dass jene Technologien und Anwendungen, die nicht als besonders zukunftsweisend eingestuft werden, dennoch eine große Bedeutung für den gegenwärtigen und zukünftigen Ausbau erneuerbarer Energien besitzen.

Für den Beobachtungszeitraum 2014 bilden der Nationale Aktionsplan für erneuerbare Energie (NREAP) der Bundesregierung und die BMU- Leitstudie (Nitsch et al. 2012) den angestrebten Idealpfad der Entwicklung des gesamten Energiesektors und damit auch des Wärmemarktes (bis 2020) ab. In der Entwicklung der unterschiedlichen Pfade werden Aspekte wie Nachhaltigkeit, Versorgungssicherheit, Integration und Zielerfüllung berücksichtigt. Somit enthält dieser Pfad alle relevanten Aspekte für eine zukunftsweisende Infrastruktur. Dieses Szenario gibt erste Anhaltspunkte zur Identifizierung von zukunftsweisenden Technologien. Das sind insbesondere jene Technologien, die derzeit selten eingesetzt werden, die aber zur Realisierung des Leitszenarios zukünftig in einem großen Umfang benötigt werden.

Über eine Befragung der Projektpartner im Projektkonsortium wurden die notwendigen Technologien weiter differenziert, um sowohl präziser die notwendigen Technologien, wie auch jährliche Zielwerte festlegen zu können. Zum Zwecke der Bewertung des Indikators wurde wie folgt vorgegangen: Es wurde ein Fragebogen verwendet, welcher für jede der durch das MAP geförderten Technologien eine Liste von Untertechnologien enthält, die durch den jeweiligen Partner ausgefüllt und zusätzlich, entsprechend seinen Vorstellungen, durch weitere Technologien ergänzt werden konnte. Anschließend erfolgte eine Bewertung der erstellten Gesamtliste der Untertechnologien durch die Partner. Dabei wurden diese im Hinblick auf ihre Marktbedeutung

(= relativer Marktanteil) zur Erreichung der langfristigen Ziele der Bundesregierung bis 2020 im Vergleich zu heute bewertet. Für die als besonders zukunftsweisend eingestuften Technologien wurde anschließend eine Quantifizierung dieser Zielwerte mit den jeweiligen Experten durchgeführt. Es wurden relative Marktanteile als Zielwerte festgelegt, die mit absoluten Zielwerten aus der Leitstudie für die einzelnen Jahre kombiniert wurden.

Der durchschnittliche Zielerreichungsgrad der als besonders zukunftsweisend eingestuften Technologien beträgt etwa 47 % (Tabelle 3-6). Die diesjährige Evaluierung stützt sich dabei auf die Ergebnisse der letztjährigen Befragung. Eine detaillierte Beschreibung ist dem Bericht der Evaluierung 2013 zu entnehmen (vgl. Stuible et al. 2014).

Die hier verwendete Methodik der Quantifizierung weist einige Begrenzungen auf. So basiert die Beurteilung, welche Technologien und Anwendungen als besonders zukunftssträftig eingeschätzt werden, bisher nur auf der Einschätzung weniger Experten. Die Liste besonders zukunftsfähiger Technologien ist damit zwangsläufig nicht abschließend und vollständig. Auch die Zielwerte wurden von wenigen Experten festgelegt.

Tabelle 3-6: Zielerreichungsgrad bezüglich des Anteils besonders zukunftsweisend eingestufte Technologien

Technologie	Grad der Zielerreichung
Biomasse-Kleinanlagen	78%
Solarthermie	6%
Wärmepumpen	63%
Tiefengeothermie	19%
Nahwärmenetze	71%
Durchschnitt	47%

Es scheint daher angemessen, die quantitative Bewertung mit einer qualitativen Bewertung zu ergänzen. Die MAP-Förderung berücksichtigt sehr unterschiedliche Bereiche der Wärmeherzeugung aus erneuerbaren Energien. Damit ist gewährleistet, dass die ganze Bandbreite möglicher Anwendungen und Technologien eine Förderung erhalten. Darüber hinaus werden erhöhte Zuschüsse für innovative Technologien vergeben, sodass zusätzliche Anreize für besonders zukunftsweisende Technologien gegeben sind. Auf der anderen Seite ist es bisher über das MAP kaum gelungen, den sehr wichtigen Bereich der Mehrfamilienhäuser wie auch den der Prozesswärmebereitstellung ausreichend stark zu entwickeln. Qualitativ gesehen scheint es daher angemessen, das Ziel zukunftsweisender Technologien als zu 50 % erreicht anzusehen.

Kombiniert man dieses qualitative Urteil mit der weiter oben genannten quantitativen Bewertung, so kommt man bei einer Gewichtung von 20/80 zu einem Zielerreichungsgrad von 49 %.

3.1.4 Technologischer Standard und Innovation

Ein implizites Ziel des Marktanreizprogramms ist es seit Programmstart, die Qualität und Leistungsfähigkeit der Anlagen zu steigern. Deshalb wurden beispielsweise Vorgaben für den spezifischen Ertrag von solarthermischen Anlagen oder maximale Emissionen von Holzkesseln vorgegeben. Auch wurde teilweise eine Zertifizierung gefordert. Diese Anforderungen sind wichtig, um die gute öffentliche Akzeptanz der erneuerbaren Energien auch bei einer verstärkten Umsetzung dieser Technologien zu erhalten. Weiterhin ist sicherzustellen, dass nur qualitativ hochwertige Produkte gefördert werden.

Im Rahmen der Untersuchung wurde für den Indikator „Technologischer Standard und Innovation“ eine Befragung der im Projektkonsortium mitarbeitenden Partner durchgeführt, um die wichtigsten Innovationen zu identifizieren. Eine detaillierte Beschreibung ist dem Bericht der Evaluierung 2012 zu entnehmen (vgl. Langniß et al. 2014).

Insgesamt zeigt die Befragung, dass das MAP zu einer Vielzahl von Innovationen mit mittlerer bis hoher Relevanz bezüglich der Zielerreichung des MAP führt. Der Indikator „Technologischer Standard und Innovation“ wird daher als zu zwei Drittel (66 %) erreicht angesetzt.

3.2 Wirkungskontrolle

Die Wirkungskontrolle ermittelt, ob das MAP für die Zielerreichung geeignet und ursächlich war. Hierbei sind alle beabsichtigten und unbeabsichtigten Auswirkungen des MAP zu ermitteln. Zum einen geht es um die Wirksamkeit des MAP (Abschnitt 3.2.1), zum anderen um Faktoren, die zum Erfolg des MAP beitragen (Abschnitt 3.2.2). Zusätzlich wurden als ergänzende Methode Fokusgruppen durchgeführt (vgl. Abschnitt 3.2.3).

3.2.1 Indikatoren für die Wirksamkeit des Programms

Prinzipiell stellt sich das Problem, wie die Wirksamkeit einer Fördermaßnahme nachgewiesen werden kann. Eine letztendliche Sicherheit, ob die Förderung wirklich ursächlich für die Umsetzung der Maßnahme war, lässt sich alleine schon deshalb nicht erreichen, weil im konkreten Förderfall immer mit einem hypothetischen Fall ohne Förderung („Was hätten Sie gemacht, hätten Sie keine Förderung erhalten?“) verglichen werden muss. Ein objektiver Vergleich setzt voraus, dass sich Befragte objektiv zum hypothetischen Fall äußern können.

Randomisierte Feldexperimente, wie sie vom Wissenschaftlichen Beirat beim Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2013) vorgeschlagen werden, sind für das MAP nicht geeignet, da zur Schaffung der in dieser Methode notwendigen Vergleichsgruppe willkürlich Personen von der Förderung ausgeschlossen werden, die

eigentlich Förderung erhalten könnten. Abgesehen von der Willkür steht einem solchem Ansatz auch entgegen, dass es dem eigentlichen Ziel des Ausbaus erneuerbarer Energien entgegenläuft.

Die Aussagefähigkeit der Evaluation zur Wirksamkeit des MAP ist daher methodisch bedingt nur beschränkt. Die Wirksamkeit des MAP wird mit Hilfe der Indikatoren „Förderanteil“ (Abschnitt 3.2.1.1) und „Reaktion des Marktes auf Änderung der Förderung“ (Abschnitt 3.2.1.2) bewertet.

3.2.1.1 Förderanteil

Der Indikator Förderanteil untersucht den spartenspezifischen Förderanteil im Verhältnis zu den Mehrkosten der Wärmeabgabe im Vergleich zu einem Gas-Brennwertkessel. Die Anreizwirkung des MAP auf den Empfänger nimmt mit steigendem Förderanteil zu. Umso höher allerdings der Förderanteil wird, umso schlechter wird das Kosten-Nutzen-Verhältnis. Ein angemessener Fördersatz hält die Balance zwischen Anreizwirkung und Fördereffizienz. Die Evaluatoren gehen von einem Förderanteil zwischen 10 und 20 % als angemessen für eine wirkungsvolle Förderung aus (vergl. dazu Langniß et al. 2013). Dieser Förderanteil sollte für alle Technologien gelten, die bereits eine gewisse Marktreife erreicht haben. Ausnahmen sollten jedoch für Innovationsförderungen gelten (beispielsweise für große solarthermische Anlagen über die KfW-Förderung oder Prozesswärme im BAFA-Teil): Da hier erst der Fördertatbestand eine Investition anreizt oder gar eine Technologie bekannt macht, sind für innovative Fördertatbestände auch höhere Förderanteile zwischen 20 und 30 %, in Ausnahmefällen bis zu 50 % zu rechtfertigen.

Für den Vergleich wurde das sanierte Einfamilienhaus Typ E mit einem jährlichen Wärmebedarf von 24.000 kWh als typischer Anwendungsfall ausgewählt, da sich die meisten MAP-geförderten Anlagen in Einfamilienhäusern befinden. Für die Wärmeabgabekosten wird dabei ein komplettes Heizsystem zugrundegelegt, d.h. im Falle der solaren Raumwärme werden auch eine Zusatzheizung, der notwendige Brennstoff zur Zusatzheizung und der Strom zum Betrieb der Solarpumpe berücksichtigt.

Es zeigt sich, dass alle Heizungen auf der Basis von erneuerbaren Energien für den Versorgungsfall Einfamilienhaus EFH Typ E höhere Wärmeabgabekosten aufweisen als ein Gas-Brennwertkessel. Die Systeme Sole/Wasser Wärmepumpe und Pelletkessel sind beispielsweise um 56 % bzw. 39 % teurer (ohne Berücksichtigung der MAP-Förderung, Abbildung 3-5) und damit gleichzeitig die teuersten hier betrachteten Varianten.

Das grundsätzliche Ergebnis ändert sich auch unter Berücksichtigung der MAP-Förderung nicht. Die Förderanteile sind vergleichsweise gering und bewegen sich zwischen 1,1 % und 6,3 % der Gesamtwärmeabgabekosten. Ob bei einer Investitionsentscheidung in einem Einfamilienhaus die absoluten Wärmeabgabekosten

oder die Investitionsmehrkosten im Vergleich zum Einbau eines Gas-Brennwertkessels (die derzeit günstigste Heiztechnologie) als Entscheidungskriterium zugrunde gelegt werden, entscheidet der Endkunde. In Abhängigkeit von der Entwicklung des Gaspreises im Vergleich zu beispielsweise Pellets- und Strompreisen können diese Mehrkosten aber weiter sinken.

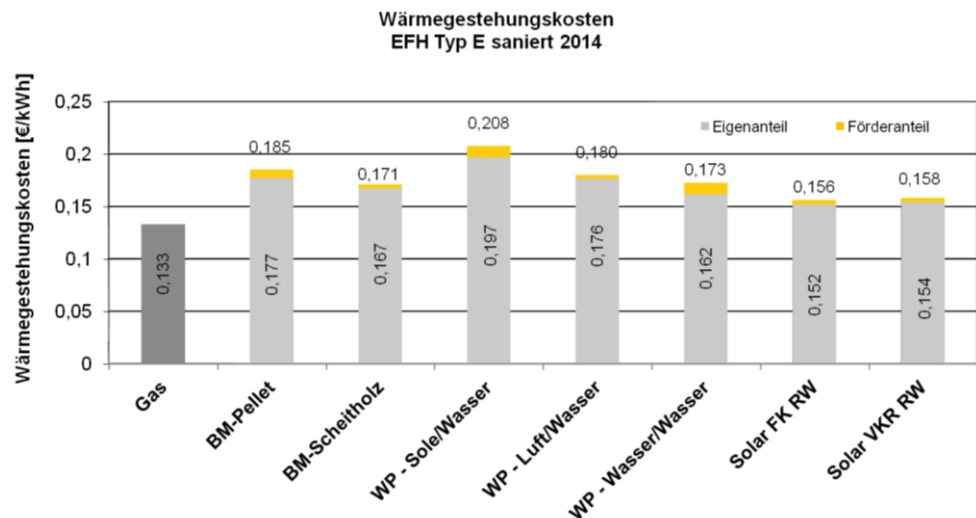


Abbildung 3-5: Spartenspezifische Wärmegestehungskosten und deren Förderanteil für ein saniertes Einfamilienhaus Typ E

Abbildung 3-6 zeigt den Förderanteil an den Mehrkosten der Wärmegestehung aus erneuerbaren Energien im Vergleich zum Gas-Brennwertkessel. Fünf der untersuchten sieben Systeme liegen in dem von den Evaluatoren definierten wirkungsvollen Bereich von 10 % bis 20 % Prozent Förderanteil. Der höchste Förderanteil ergibt sich mit 27,7 % für die Wärmepumpe Wasser/Wasser.

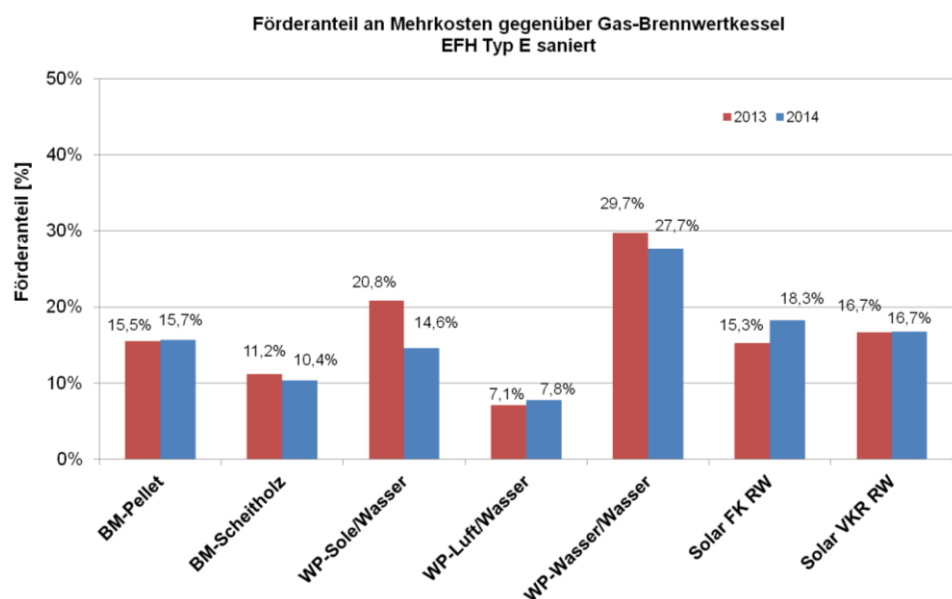


Abbildung 3-6: Förderanteil an den Mehrkosten gegenüber eines Gas-Brennwertkessels (EFH Typ E)

Dies liegt zum einen an der hohen MAP-Förderung dieser Anlagen (3.880 € pro Anlage, Beispielrechnung für EFH Typ E saniert), zum anderen an den vergleichsweise niedrigen Wärmegestehungskosten und daraus resultierenden geringen Mehrkosten (siehe Abbildung 3-5). Der Förderanteil bei der Wärmepumpe Sole/Wasser ist trotz gleicher Förderung wegen der höheren Gestehungskosten deutlich geringer (14,6 %). Obwohl der Pelletkessel etwa die gleichen Wärmegestehungskosten wie die Wärmepumpe Sole/Wasser aufweist, ist der Förderanteil geringer, weil die Förderung geringer ausfällt (2.900 € pro Anlage, Beispielrechnung für EFH Typ E saniert). Die restlichen Anlagen sind im Förderbetrag ähnlich (1.300 bis 1.500 € pro Anlage, Beispielrechnung für EFH Typ E saniert), zeigen jedoch aufgrund der unterschiedlichen Mehrkosten deutliche Unterschiede im Förderanteil.

Im Vergleich zur letztjährigen Evaluierung fällt auf, dass der Förderanteil an den Mehrkosten einer Sole/Wasser Wärmepumpe gegenüber einem Gas-Brennwertkessel deutlich gesunken ist. Dies liegt nicht etwa an gestiegenen Fördersätzen, sondern kann auch auf gestiegenen Wärmegestehungskosten zurückzuführen sein. So sind die Mehrkosten gestiegen und damit der Förderanteil gesunken.

3.2.1.2 Reaktion des Marktes auf Änderung der Förderung

Wenn der Markt signifikant auf eine Änderung der Förderquote oder die Einführung neuer Fördertatbestände reagiert, kann dies ein Hinweis darauf sein, dass das Marktanreizprogramm tatsächlich eine Wirkung entfaltet. Typischerweise würde man beispielsweise von einer Erhöhung eines Fördersatzes eine Steigerung des Absatzes der besser geförderten Technologie erwarten. In der Praxis überlagert sich dieser Effekt aber mit anderen Einflussfaktoren wie etwa die Entwicklung der Preise fossiler Energieträger, sodass eine eindeutige Zuordnung der Wirkung auf diese Weise nicht möglich ist (vergl. dazu auch Nast et al 2009).

Da im Förderjahr 2014 keine wesentlichen Änderungen der Förder Richtlinien vorgenommen wurden, entfällt diese Wirkungskontrolle.

3.2.2 Erfolgsfaktor Bekanntheit des Programms

Für den Erfolg des MAP ist die Bekanntheit des Programmes von zentraler Bedeutung, denn nur wer das Programm bzw. die Fördermöglichkeiten kennt, wird es auch in Anspruch nehmen können. Insofern gilt: Je höher der Grad der Bekanntheit, desto breiter kann die Wirkung sein. Das Programm wird im Internet auf den Seiten des BMWi, des BAFA und der KfW präsentiert und zudem immer wieder durch Mitteilungen in der Presse erwähnt.

Eine Analyse der Aufrufe der Internetseiten zu den Programmen von BAFA und KfW zeigt ein ganz ähnliches Ergebnis wie die Entwicklung der Antragszahlen in den beiden Programmen. Während die

BAFA-Seitenaufrufe um runde 40 % zurück gegangen sind, ist das Interesse am KfW Teil ungebrochen und sogar ein leichter Anstieg der Besuche zu verzeichnen.

Zusätzlich lieferte die Durchführung von Fokusgruppen (vgl. Abschnitt 3.2.3) neue Erkenntnisse darüber, wie die Bürger, also die Anwender des MAP, sich informieren und wie bekannt das Programm ist. Die Analyse kommt zu dem Ergebnis, dass das MAP vor allem bei denjenigen bekannt ist, die sich aktiv selbst informieren. Insgesamt sind das MAP und die BAFA aber relativ unbekannt und erste Ansprechpartner bei einer Sanierung oder einem Heizungstausch ist der Heizungsbauer, Architekt oder Energieberater. Diese Experten kennen in der Regel entsprechende Förderprogramme und heben die unbürokratische Abwicklung der MAP Förderung positiv hervor. Gleichzeitig wird die Förderlandschaft insgesamt aber als komplex und sich häufig ändernd wahrgenommen, was auch die Anwendung erschwert.

Insgesamt gibt es im Bereich „Bekanntheit des Programms“ Verbesserungspotenzial, zumindest ist dass das Ergebnis der Analyse mit Hilfe von Fokusgruppen. Im Hinblick auf die Reichweite der Ergebnisse ist die regionale Einschränkung zu formulieren. Alle Fokusgruppen fanden in Stuttgart statt. Eine Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Regionen ist nur eingeschränkt möglich.

3.2.3 Fokusgruppen als Methode der Wirkungskontrolle

Bei der Eignungsprüfung unterschiedlicher Ansätze, wie beispielsweise randomisierter Feldexperimente und quasi-experimenteller Methoden des wissenschaftlichen Beirates des BMWi, hat sich die Durchführung von Fokusgruppen als vielversprechender Ansatz herauskristallisiert. Aus diesem Grund wurde als Ergänzung zu den bisherigen Evaluierungsverfahren von COMPARE Consulting Fokusgruppen im Raum Stuttgart durchgeführt. Im Folgenden wird die Methode und die wichtigsten Ergebnisse vorgestellt.

3.2.3.1 Methode der Fokusgruppen

Eine Fokusgruppe ist ein moderiertes Diskursverfahren, bei dem eine Kleingruppe von 6-8 Teilnehmern durch einen Informationsinput zur Diskussion über ein bestimmtes Thema angeregt wird. Der thematische Aufhänger wird mithilfe eines Stimulus (wie z.B. einem Informationstext der BAFA, Informationen zu einem anderen, z.B. kommunalen Förderprogramm, oder Informationen über die Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt) gesetzt. Strukturiert wird der Diskussionsprozess anhand eines Leitfadens, der ähnlich wie bei qualitativen Einzelinterviews als Orientierungshilfe für den Moderator fungiert und sicherstellt, dass alle relevanten Aspekte während einer Fokusgruppe angesprochen werden. Zudem erhöht er die Vergleichbarkeit der Ergebnisse.

Die Fokusgruppe kombiniert damit zwei sozialwissenschaftliche Instrumente: das fokussierte Interview und die Gruppendiskussion. Der Austausch in der Gruppe hat den Vorteil, dass neue und innovative Ideen stimuliert werden, die bei Einzelgesprächen verborgen bzw. unerkannt bleiben. Deshalb sind Fokusgruppen in der Regel leistungsfähiger als Gespräche mit Einzelpersonen.

In der Regel werden bei einer bestimmten Fragestellung mehrere Fokusgruppen durchgeführt, entweder mit dem gleichen Teilnehmerkreis und divergierendem Inhalt oder mit unterschiedlichen Teilnehmern und gleichen Inhalt. Im Rahmen der Wirkungsanalyse des MAP wurden mehrere Fokusgruppen mit gleichen Inhalt und unterschiedlichen Teilnehmergruppen durchgeführt. Damit sollen gruppenspezifische Effekte eruiert werden und eine forschungspragmatische Form der Fall- und Kontroll-Studie konzipiert werden. In dieser werden in der Regel Personen über ein Zufallsverfahren unterschiedlichen Gruppen, einer Experimental- und einer Kontrollgruppe zugeteilt. Diese zufällige Unterteilung ist im Hinblick auf die Wirkungsanalyse des MAP nicht sinnvoll, weil hier der Vergleich zwischen Personen, die das MAP in Anspruch genommen haben und Personen, die es nicht nutzen, erfolgen soll. Deshalb wurden bewusst Vergleichsgruppen zusammengestellt.

Die ideale Gruppengröße für eine Fokusgruppe liegt zwischen sechs und acht Personen. Dieser Umfang wurde in allen durchgeführten Fokusgruppen eingehalten. Insgesamt wurden fünf Fokusgruppen durchgeführt. Vier Fokusgruppen wurden mit Privatpersonen besetzt, die ein Eigenheim im Raum Stuttgart bewohnen:

- Eine Gruppe setzt sich aus Personen zusammen, die durch das MAP gefördert wurden. Die Ansprache und Rekrutierung erfolgte hier durch das BAFA (kurz MAP-Geförderte).
- Als Kontrollgruppen wurden drei weitere Fokusgruppen durchgeführt. Die Rekrutierung erfolgt über die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter von COMPARE Consulting. Im Detail wurden diese folgendermaßen zusammengesetzt:
 - Gruppe mit Eigenheimbesitzern, die ihre Heizungsanlage erneuert haben ohne Nutzung von erneuerbaren Energien (z.B. mit Gasbrennwertkessel) (Sanierer ohne EE)
 - Gruppe mit Eigenheimbesitzern, die ihr Haus saniert haben und erneuerbarer Energien verwendet haben, jedoch dafür entweder gar keine Förderung oder eine andere Förderung als die des Marktanreizprogrammes genutzt haben. (Sanierer ohne EE)
 - Gruppe mit Eigenheimbesitzern, die bisher keine Sanierungen im Wärmebereich vorgenommen haben, aber eventuell über eine Investition zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärme-markt nachdenkt. (Unentschlossene Sanierer)

- Zusätzlich wurde eine Gruppe mit Experten besetzt, die selbst kein wirtschaftliches Interesse an der Vermarktung oder Nutzung bestimmter Technologien haben, aber typischerweise Sanierungsentscheidungen betreuen und beeinflussen (vor allem Schornsteinfeger und unabhängige Energieberater).

3.2.3.2 Zentrale Ergebnisse

Als Hinweise für die Weiterentwicklung des Förderprogramms haben sich vier zentrale Punkte in allen durchgeführten Fokusgruppen herauskristallisiert:

- Subjektive Sicherheit der Kostenübernahme im Vorfeld: Einige Bürger sind skeptisch, ob die im MAP angekündigten Zuschüsse auch tatsächlich später ausgezahlt werden. Diese Unsicherheit rührt vor allem aus vergangenen negativen Medienberichten zum MAP und der Abhängigkeit von der Handwerkerleistung. Wenn das Gefühl der Sicherheit gestärkt wird, werden vermutlich auch Personengruppen das MAP in Anspruch nehmen, die aus eigenen finanziellen Mitteln keinen Austausch der Heizung vornehmen können. Denn es wäre klar, dass eventuell aufgenommene Kredite auch zügig zurückgezahlt werden können.
- Integration einer unabhängigen Beratungsleistung und Kontrolle der Handwerker: Durch diesen Punkt können die Faktoren Zeit und Vertrauen gestärkt werden. Viele Eigenheimbesitzer haben wenig Zeit für die Informationsbeschaffung und Umsetzung der Maßnahmen. Zudem zeigen sich in der Analyse Vertrauensverluste in Politik, Energieberater und Handwerker. Hier erscheint es wichtig, eine Beratungsleistung anzubieten, die neutral und unabhängig ist, aber neben der technischen und ökonomischen Analyse, wie sie die Energieberater bereits anbieten, auch Förderinstrumente stärker in den Fokus nimmt. Möglicherweise werden damit auch die Personen angesprochen, die bisher statt dem Austausch der Heizung lieber andere Wärmemaßnahmen wie z.B. Dämmung, Austausch der Fenster u.Ä. in Erwägung gezogen haben.
- Bekanntheit bzw. Imagekampagne des MAP: Die Analyse zeigt, dass das MAP und das BAFA relativ unbekannt bei den Bürgern sind. Bekanntheit ist aber eine Voraussetzung für eine Nutzung. Bei entsprechenden Kommunikationsmaßnahmen können neben den finanziellen Vorteilen auch die ökologische Relevanz herausgestellt werden und damit vermehrt auch die Personengruppen angesprochen werden, bei denen ökonomische Erwägungen keine zentrale Rolle im Entscheidungsprozess spielen. Zudem kann damit die Gefahr von Fehlinformationen bei den Bürgern gemildert werden. Außerdem können hier Personen erreicht werden, die nur in Abhängigkeit ihrer finanziellen Mittel sanieren und Kredite ablehnen. Denn durch das MAP sinkt der notwendige Eigenanteil.

- Kombination mit anderen Förderinstrumenten: Positiv heben die Bürger die Möglichkeit der Kombination des MAP mit anderen Förderinstrumenten hervor. Dadurch kann der ökonomische Wert gesteigert und die Entscheidung für die Investition gefördert werden. Damit werden möglicherweise auch umfangreichere Sanierungen attraktiver, die bisher aufgrund von „Dreck“, „Lärm“ u.Ä. bei einigen Eigenheimbesitzern eher abschreckend wirken.

Diese vorgeschlagenen Maßnahmen sind zum Teil schon im MAP angelegt. Sie sind den Bürgern aber nicht immer bekannt. Zudem spielt das Vertrauen in die beteiligten Akteure und inhaltlichen Versprechungen eine große Rolle. Eine Weiterentwicklung sollte also darauf abzielen, die entsprechenden Punkte bekannter zu machen, Vertrauen zu schaffen und Informationen bzw. Beratungsleistung zur Verfügung zu stellen.

3.3 Wirtschaftlichkeitskontrolle

Mit der Überprüfung der Wirtschaftlichkeit wird der Aufwand, d.h. der Einsatz von Fördermitteln, dem Ergebnis der Förderung gegenübergestellt. §7 der Bundeshaushaltsordnung (BHO) verpflichtet u.a. bei staatlichen Förderprogrammen dazu, die Grundsätze der Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit zu beachten. Dementsprechend soll die Ausrichtung jeglichen Verwaltungshandelns nach dem Grundsatz der Wirtschaftlichkeit die bestmögliche Nutzung von Ressourcen bewirken. Mit der Wirtschaftlichkeitskontrolle soll gemäß BHO untersucht werden, ob der Vollzug der Maßnahme im Hinblick auf den Ressourcenverbrauch wirtschaftlich war. Dazu berechnen wir, in welchem Verhältnis die ausgelösten Investitionen zu den eingesetzten Fördermitteln stehen (Abschnitt 3.3.1). Weiterhin wird mit Elementen einer Kosten-Nutzen Analyse auch die Wirtschaftlichkeit bezüglich übergeordneter Zielsetzungen bewertet (Abschnitt 3.3.2).

3.3.1 Wirtschaftlichkeit der Fördermaßnahmen

Das Verhältnis zwischen dem ausgelösten Nettoinvestitionsvolumen (d. h. o. MwSt.) und den eingesetzten Fördermitteln, also der Hebeleffekt der Förderung, ist ein guter Indikator für die Bewertung des effizienten Einsatzes von Fördermitteln. Der Hebeleffekt ist der Kehrwert des Förderanteils, ein besonders hoher Hebeleffekt ist daher mit einem sehr geringen Förderanteil verbunden, der je nach Förderfall und Bedingungen wiederum auf Mitnahmeeffekte geprüft werden muss (vgl. hierzu auch Abschnitt 3.2.1.2). Abbildung 3-7 stellt die Hebeleffekte der einzelnen Technologien und Sparten des BAFA-Teils gegenüber. Im BAFA-Durchschnitt wurde ein Hebeleffekt von $5,7 \text{ €}_{\text{Invest}}/\text{€}_{\text{Förderung}}$ erreicht.

Alle BAFA-geförderten Technologien zeigen im Durchschnitt zwischen 4 Euro und 9 Euro pro eingesetzten Euro Förderung, außer Hackgutanlagen, die mit $19,5 \text{ €}_{\text{Invest}}/\text{€}_{\text{Förderung}}$ einen weitaus besseren

Hebeleffekt haben. Der gute Hebeleffekt bei Hackgutanlagen ergibt sich durch die pauschale Förderung im Zusammenspiel mit im Vergleich zu anderen Biomasseanlagen großen Anlagen.

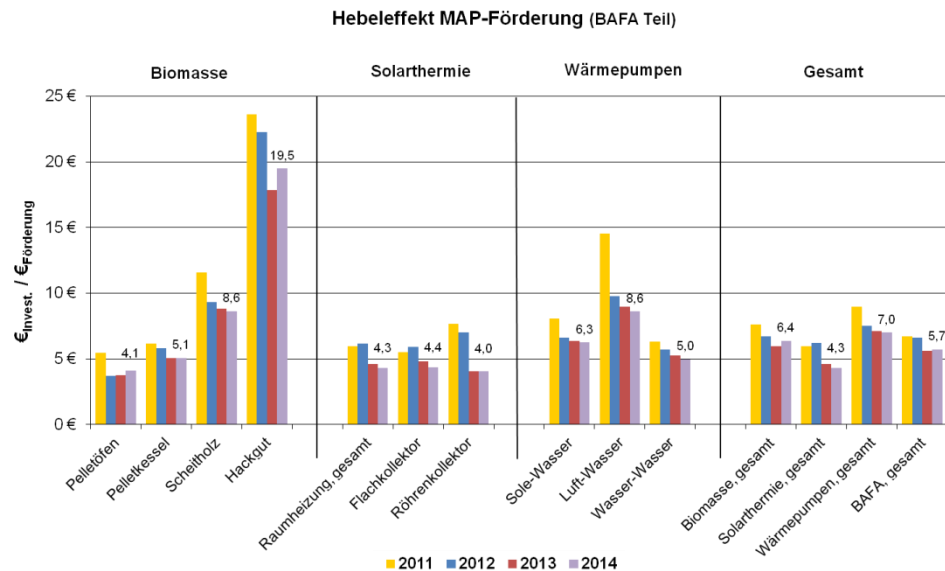


Abbildung 3-7: Ausgelöste Investitionen je Euro Förderung BAFA-Teil 2011 - 2014

Im KfW-Teil ist der Hebeleffekt aufgrund der Anlagengröße und größeren Investitionssummen tendenziell etwas niedriger als im BAFA-Teil.

Abbildung 3-8 zeigt die Hebeleffekte für verschiedene Technologien, die überwiegend im Bereich von 3,2 bis 4,7 Euro Investition je Euro Förderung liegen.

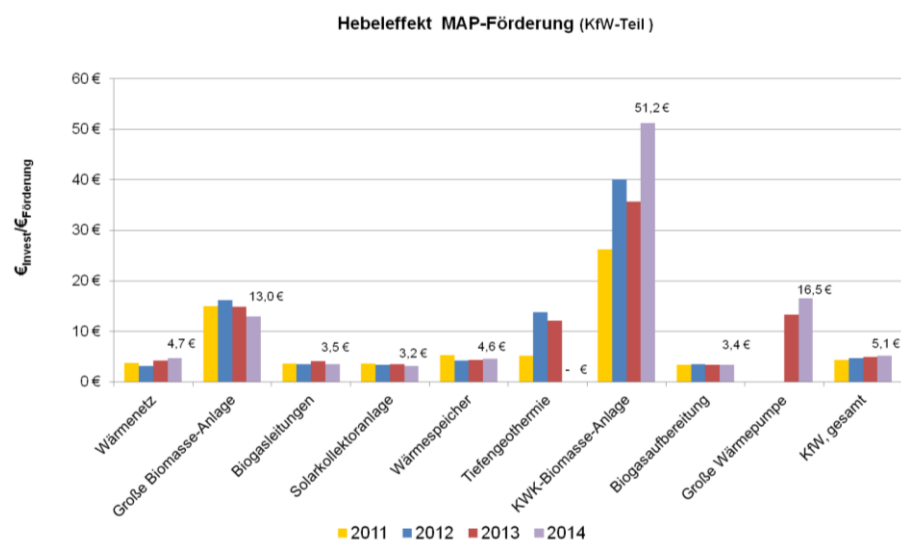


Abbildung 3-8: Hebeleffekt KfW-Teil 2011 - 2014

Lediglich die großen Biomasseanlagen sowie vor allem KWK-Anlagen weisen wie im Vorjahr deutlich höhere Hebel bis 51,2 Euro Investition je Euro Förderung auf. Dies lässt sich mit dem geringen Fördersatz und teilweise der Förderung über das EEG erklären.

Die Evaluierung ergibt durchschnittliche Hebeleffekte von 5,7 (BAFA-Teil) bzw. 5,1 Euro Investition je Euro Förderung im KfW-Teil. Diese bewegen sich in der üblichen Größenordnung öffentlicher Förderprogramme. Bei Hackgutanlagen, großen Biomasseanlagen und KWK-Biomasse-Anlagen wurden besonders hohe Hebel festgestellt, da der Anteil der Förderung gering ist. Dies ist aufgrund der nahen Konkurrenzfähigkeit mit fossilen Alternativen angemessen.

3.3.2 Kosten-Nutzen-Verhältnis der Fördermaßnahmen

Die Bewertungsgrößen „CO₂-Fördereffizienz“ (Abschnitt 3.3.2.1) sowie „Fördereffizienz der vermiedenen externen Kosten“ (Abschnitt 3.3.2.2), sind geeignet, den Nutzen des MAP direkt abzubilden. Die Ergebnisse der Berechnungen werden in den folgenden Abschnitten vorgestellt.

3.3.2.1 CO₂- Fördereffizienz

Der Indikator gibt die durch die Fördermaßnahmen vermiedenen Emissionen an CO₂- Äquivalenten in Relation zu den eingesetzten Fördermitteln an. Die Ergebnisse können zum Vergleich verschiedener Maßnahmen zur Förderung eines nachhaltigen und umweltfreundlichen Strukturumbaus eingesetzt werden.

Zur Ermittlung des Indikators wurden die in Abschnitt 2.6 ermittelten vermiedenen CO₂-Emissionen (CO₂-Äquivalente) über die Lebensdauer der Anlagen bilanziert und ins Verhältnis zu den eingesetzten Fördermitteln gesetzt. Dabei ergeben sich die in Tabelle 3-7 dargestellten Indikatoren der CO₂-Fördereffizienz:

- Vermiedene CO₂-Emissionen pro Fördermittel (Vermeidungseffizienz) und
- CO₂-Minderungskosten (Kosteneffizienz),

wobei die beiden Indikatoren jeweils der Kehrwert des anderen sind.

Im Durchschnitt ergeben sich für das MAP CO₂-Minderungskosten von 13,4 €/tCO₂. In 2013 waren es 11,4 €/tCO₂, d.h. die Fördereffizienz ist im Vergleich zum Vorjahr leicht gesunken. Trotzdem können die Minderungskosten im Vergleich zu denen anderer Förderprogramme durchaus als sehr effizient betrachtet werden. Für verschiedene andere Maßnahmen im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative werden Kosten von 20 bis 100 €/tCO₂ genannt (Ziesing et al., 2012).

Weiterhin ist eine sehr hohe Vermeidungseffizienz für Biomasse- und Biogasfördermaßnahmen erkennbar, während Wärmepumpen und Solarthermie eine weniger hohe Vermeidungseffizienz aufweisen. Trotz einer geringen Vermeidungseffizienz sind diese Technologien, auch unter dem Gesichtspunkt einer Diversifizierung, doch als berechnete Fördertatbestände anzusehen. Dabei ist auch zu berücksichtigen, dass der stetig steigenden Anteil erneuerbarer Energien bei der Stromerzeugung auch die Vermeidungseffizienz von Wärmepumpen fortlaufend verbessert.

Tabelle 3-7: Vermiedene CO₂-Emissionen pro Fördermittel und Minderungskosten

	Vermeidungseffizienz Vermiedene Emissionen tCO_{2e} / T€	Kosteneffizienz Minderungskosten € / tCO_{2e}
Feste Biomasse-Einzelfeuerungen (HH)	76,9	13,0
Feste Biomasse-Scheitholzkessel (HH)	200,8	5,0
Feste Biomasse-Mix (Industrie)	6.597,3	0,2
Feste Biomasse-H(K)W	490,2	2,0
Biogasaufbereitung	14,9	67,1
Wärmenetz an Biogas-BHKW	84,1	11,9
Tiefe Geothermie	-	-
Sole-Wasser & Wasser-Wasser WP Bestand	5,3	189,9
Luft-Wasser Wärmepumpe Bestand	1,9	531,5
Solarthermie	8,2	121,5
Gesamt	74,4	13,4

3.3.2.2 Fördereffizienz der vermiedenen externen Kosten

Der Indikator gibt die durch die Fördermaßnahmen vermiedenen, indirekten und monetarisierten Schäden durch Schadstoffe an und kann zum Vergleich mit anderen Maßnahmen zur Förderung eines nachhaltigen und umweltfreundlichen Strukturumbaus eingesetzt werden.

Zur Ermittlung der Indikatoren wurden die in Abschnitt 2.7 ermittelten vermiedenen externen Kosten über die Lebensdauer der Anlage bilanziert und ins Verhältnis zu den eingesetzten Fördermitteln gesetzt. Ist der Indikator größer als 1, so bedeutet dies, dass die Förderung in diesen Bereichen mehr Nutzen hat als für die Förderung aufgewendet wurde. Je größer der Indikator umso besser die Fördereffizienz.

2014 wurden durch das MAP durchschnittlich rund 5,5 € an externen Kosten je € Fördermitteleinsatz vermieden (Tabelle 3-8). Damit ist dieser Wert etwa auf dem Niveau des Vorjahres (2013 5,3 €). Der Bereich Biomasse zeigt dabei eine hohe bis sehr hohe Fördereffizienz. Dagegen ist die Förderung von Wärmepumpen vor dem Hintergrund der Vermeidung externer Kosten als weniger wirtschaftlich zu bezeichnen. Dabei wird der stetig ansteigende Anteil erneuerbarer

Energien bei der Stromerzeugung die Wirtschaftlichkeit aber perspektivisch fortlaufend verbessern.

Tabelle 3-8: Vermiedene Externe Kosten pro Fördermittel

	Fördereffizienz externe Kosten / Fördermittel [€]
Feste Biomasse-Einzelfeuerungen (HH)	7,4
Feste Biomasse-Scheitholzkessel (HH)	20,7
Feste Biomasse-Mix (Industrie)	238,4
Feste Biomasse-H(K)W	29,7
Biogas-Mix (BHKW)	1,4
Wärmenetze Erschließung Biogas BHKWs	2,8
Tiefe Geothermie H(K)W	-
Sole-Wasser & Wasser-Wasser WP Bestand	0,5
Luft-Wasser Wärmepumpe Bestand	0,1
Solarthermie, gesamt	0,9
Gesamt	5,5

3.4 Zusammenfassung der Erfolgskontrolle

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Zielerreichungs-, Wirkungs- und Wirtschaftlichkeitskontrolle, wie sie sich aus den Analysen und Berechnungen der Einzelindikatoren ergeben, zusammengefasst. Die Zielerreichung wird abschließend quantitativ bewertet und aggregiert.

3.4.1 Zielerreichung

Als wesentlicher Teil der Erfolgskontrolle wurde die Erreichung folgender vier Hauptziele mit Hilfe von Indikatoren gemessen:

1. Ausbau der erneuerbaren Wärme- und Kälteversorgung
2. Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit
3. Schaffung einer nachhaltigen Versorgungsstruktur
4. Technologischer Standard und Innovation

Die in diesem Kapitel untersuchten Indikatoren werden für die Zusammenfassung der Erfolgskontrolle in eine quantitative Bewertung der Zielerreichung überführt. Hierzu wird die im Rahmen der Methodik entwickelte Priorisierung der Ziele und ihrer Indikatoren herangezogen.

Die Ziele und Indikatoren sind in ihrer Bedeutung gewichtet, um sie schließlich zu einem aggregierten Gesamtwert zusammenzuführen. Die Gewichtung der Ziele erfolgte durch einen paarweisen Vergleich, eine systematische Vorgehensweise, welche der strategischen Projektbewertung entspringt. Hierbei wurden zunächst alle Ziele paar-

weise miteinander im Bezug auf ihre relative Bedeutung verglichen. Das Ziel, das in diesem paarweisen Vergleich am häufigsten als wichtiger eingestuft wurde, erhält die höchste Priorität. Entsprechend wurden die weiteren Zielkriterien in eine Rangfolge gebracht. Der Paarvergleich wurde dabei von den MAP-Evaluatoren unabhängig durchgeführt und die Ergebnisse anschließend zusammengeführt und normiert.

3.4.1.1 Ausbau der erneuerbaren Wärme- und Kälteversorgung

Das Programmziel des Ausbaus der erneuerbaren Wärme- und Kälteversorgung von 2.585 GWh/a erneuerbarer Wärme wurde mit 2.580 GWh/a etwa erreicht. Bei den kleinen Biomasseanlagen wurde der angestrebte Zubau deutlich übertroffen. Dieser kompensiert quantitativ zum Großteil den nur verhaltenen Zubau im Bereich Wärmepumpen, Solar- und vor allem Geothermie. Außerdem lag im Bereich Wärmenetze die Zahl der Netze mit Biogasanlage als Wärmequelle (welche bei der EE-Wärmebereitstellung mitgerechnet werden) deutlich höher als erwartet. Das Ziel gilt als zu 100 % erreicht.

3.4.1.2 Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit

Die Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit wird mit Hilfe der drei Indikatoren „Senkung der spezifischen Wärmegegestehungskosten, „Marktstruktur“ und „Marktdynamik“ bestimmt. Die Teilindikatoren werden unterschiedlich gewichtet zu einem Gesamtindikator zusammengefasst, wobei die Gewichtung einerseits die Bedeutung des jeweiligen Teilindikators für die Zielerreichung widerspiegelt, andererseits zusätzlich auch die unterschiedliche wissenschaftliche Güte der Indikatoren berücksichtigt. Das Ziel der Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit von erneuerbaren Energien im Wärmemarkt ist zu 34 % erreicht worden.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Teilindikatoren kurz erläutert.

Senkung der Energiegestehungskosten

Untersucht wurde die Kostenentwicklung für Biomassekessel bis 100 kW Leistung, Solarkollektoren und Wärmepumpen. Im Bereich der Biomasse sind die Gestehungskosten im Vergleich zum Vorjahr aufgrund gestiegener Energieträgerpreise überwiegend leicht angestiegen. Aufgrund der großen Bedeutung des Biomassesektors wirkt sich dies entsprechend negativ auf den Gesamtindikator aus. Bei Solarkollektoren ist die Bilanz etwas positiver, hier wirken sich insbesondere die gesunkenen Investitionskosten von Röhrenkollektoren aus. Wärmepumpen haben dagegen auch in diesem Jahr erhebliche Kostensteigerungen zu verzeichnen, nicht zuletzt bedingt durch die gestiegenen Strombezugs- und Investitionskosten. Der Gesamtzielerrreichungsgrad bezüglich Kostensenkung ergibt sich dann aus der

nach Fördersumme der jeweiligen Technologie gewichteten Summe der technologiespezifischen Zielerreichungsgrade. Dieser beträgt 17 %.

Marktstruktur und Wettbewerb

Berechnet wurde der Herfindahl-Hirschmann-Index (HHI) für die Märkte Biomassekessel und Wärmepumpen. Der HHI für Wärmepumpen berechnet sich zu 582 Punkten. Für Biomassekessel ergibt sich der HHI mit 747. In beiden Fällen ist der Markt nicht konzentriert, dies gilt allgemein für die Marktkonzentration bei einem HHI von unter 1000. Für die anderen Technologien konnte aufgrund einer fehlenden belastbaren Datenbasis keine vergleichbare Berechnung angestellt werden. Allerdings liegen auch keine Berichte über Marktmacht einzelner Anbieter für die anderen Technologien vor, sodass die Evaluatoren auch für die anderen Märkte von einer gesunden Marktstruktur ohne übermäßige Konzentration ausgehen. Das Ziel ist zu 100 % erreicht.

Marktdynamik

Auf Basis der Listen des BAFA zu den im MAP förderfähigen Anlagen in den Bereichen Biomasse und Wärmepumpen, wurde die Anzahl neuer Anbieter ins Verhältnis zur Anzahl aller Anbieter in den jeweiligen Märkten gesetzt. Für beide betrachteten Märkte zeigt sich, dass der Mindestwert von 5 % neue Anbieter erreicht wird und somit der Indikator auch insgesamt zu 100 % erreicht ist.

3.4.1.3 Schaffung einer nachhaltigen Versorgungsstruktur

Der durchschnittliche Zielerreichungsgrad bezüglich des Anteils besonders zukunftsweisender Technologien in der Technologiesparte beträgt etwa 47 %. Die diesjährige Evaluierung stützt sich dabei auf die Ergebnisse der letztjährigen Befragung. Kombiniert man dieses quantitative Urteil mit der qualitativen Bewertung, so wird bei einer Gewichtung von 20/80 ein Zielerreichungsgrad von 49 % erreicht.

3.4.1.4 Technologischer Standard und Innovation

Aufgrund der geringen Zeitspanne zwischen der Evaluierung der Förderjahre 2012 und 2014 wurden bezüglich Technologischer Standard und Innovationen keine neuen Untersuchungen angestellt. Es werden daher die Ergebnisse der Evaluierung des Förderjahres 2012 auch für diese Evaluierung herangezogen.

In allen Technologiebereichen konnten in den vergangenen Jahren mehrere Innovationen beobachtet werden, deren Marktpotenzial als mittel bis hoch eingeschätzt wird. In der überwiegenden Zahl der Fälle helfen diese Innovationen, die allgemeinen Ziele des MAP zu erreichen. Allerdings wird der direkte Einfluss, den das MAP bei der Genese dieser Innovationen hatte, im Allgemeinen als eher gering eingestuft. Möglicherweise können durch ambitioniertere Vorgaben

stärkere Impulse geschaffen werden. Eine qualitative Abwägung ergibt, dass das Ziel zu 66 % erreicht ist.

3.4.1.5 Zusammenfassung der Zielerreichung 2014

Die Zusammenfassung der Ergebnisse der in den vorangegangenen Abschnitten erläuterten Berechnungen ist in Tabelle 3-9 dargestellt. Das MAP hat demnach insgesamt seine Ziele zu 66 % erreicht. Das Förderprogramm hat in einem insgesamt schwierigen Jahr dazu beigetragen, dass die Absatzzahlen in den jeweiligen Technologieseg-
menten nicht noch stärker zurück gegangen sind. Aufgrund der Richtlinienänderung zum 1. April 2015 sind deutliche Änderungen im Markt zu erwarten, die genauen Effekte aber schwer abzuschätzen. Die Empfehlungen auf Basis der diesjährigen Evaluierung sind in Kapitel 4 dargestellt, auf eine hohe Detaillierung wird aufgrund der unsicheren Marktentwicklung verzichtet.

Tabelle 3-9: Zusammenfassende Bewertung der Zielerreichungskontrolle

Ziel	Priorität Ziele	Normierung	Indikator	Normierung	Zielerreichung in % MAP	Grad der Zielerreichung
Ausbau der erneuerbaren Wärme- und Kälteversorgung	1	35%	Erreichung quantitativer Ziele		100%	100%
Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit	3	20%	Senkung der Energiegestehungskosten	80%	17%	34%
			Marktstruktur und Wettbewerb	15%	100%	
			Marktdynamik	5%	100%	
Schaffung einer nachhaltigen Versorgungsstruktur	2	30%	Förderung zukunftsweisender Infrastrukturen		49%	49%
Erhöhung des technologischen Standards und der Innovation	4	15%	Technologischer Standard und Innovation		66%	66%
						66%

3.4.2 Wirkungskontrolle

Das Ziel der Wirkungskontrolle ist es zu ermitteln, ob das MAP für die Zielerreichung geeignet und ursächlich war. Hierbei sind beabsichtigte und unbeabsichtigte Auswirkungen der durchgeführten Maßnahme zu ermitteln.

Förderanteil

Die Förderanteile an den Wärmegestehungskosten der unterschiedlichen EE-Technologien bewegen sich zwischen 1,1 % und 6,3 %. Betrachtet man die Förderanteile bezogen auf die Mehrkosten gegenüber einem fossil gefeuerten Referenzsystem, so ergeben sich Werte zwischen 7,8 % und 27,7 %. Die Anreizwirkung der im Durchschnitt gewährten Förderanteile wird als gut bewertet.

Reaktion des Marktes auf Änderung der Förderung

Aufgrund fehlender, wesentlicher Änderungen der Förderung entfällt diese Wirkungskontrolle.

3.4.3 Wirtschaftlichkeitskontrolle

Mit der Überprüfung der Wirtschaftlichkeit wird der Aufwand, d.h. der Einsatz von Fördermitteln, dem Ergebnis der Förderung gegenübergestellt. §7 der Bundeshaushaltsordnung (BHO) verpflichtet u.a. bei staatlichen Förderprogrammen dazu, die Grundsätze der Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit zu beachten. Dementsprechend soll die Ausrichtung jeglichen Verwaltungshandelns nach dem Grundsatz der Wirtschaftlichkeit die bestmögliche Nutzung von Ressourcen bewirken. Mit der Wirtschaftlichkeitskontrolle soll gemäß BHO untersucht werden, ob der Vollzug der Maßnahme im Hinblick auf den Ressourcenverbrauch wirtschaftlich war und ob die Maßnahme im Hinblick auf übergeordnete Zielsetzungen insgesamt wirtschaftlich war.

Verhältnis ausgelöstes Investitionsvolumen zu Fördervolumen

Die Evaluierung ergibt durchschnittliche Hebeleffekte von 5,7 €Invest/€Förderung im BAFA-Teil und 5,1 €Invest/€Förderung im KfW-Teil. Diese bewegen sich in der üblichen Größenordnung öffentlicher Förderprogramme. Bei Hackgutanlagen, großen Biomasseanlagen und KWK-Biomasse-Anlagen wurden besonders hohe Hebel festgestellt, welche der Angemessenheit der Fördersätze aufgrund der nahen Konkurrenzfähigkeit mit fossilen Alternativen entsprechen.

CO₂- Fördereffizienz

Insgesamt kann das MAP mit durchschnittlichen Minderungskosten von 13,4 €/tCO₂ als kostengünstiges und effizientes Instrument betrachtet werden. Es ist aber festzuhalten, dass die Vermeidungseffizienz der verschiedenen Fördertatbestände unterschiedlich hoch ist. Eine Förderung auch von Anlagen mit nicht so hoher Vermeidungseffizienz ist aber aus Gründen der Diversifizierung und der absehbaren künftigen Entwicklungen im Energiebereich gerechtfertigt. Nicht zuletzt ist die Einsparung von CO₂ ein Unterziel des Förderprogramms.

Fördereffizienz der vermiedenen externen Kosten

Im Durchschnitt werden von den betrachteten Fördertatbeständen im MAP 5,5 € externe Kosten pro € Fördermitteleinsatz vermieden.

4. Empfehlungen

4.1 Kleine Biomasseanlagen

Mit der Novelle des MAP im Frühjahr 2015 wurden zentrale Teile der Empfehlungen aus dem vergangenen Evaluierungsjahr bereits umgesetzt. Das gilt insbesondere für die Aufstockung der Fördermittel angesichts der verschärften Abgasemissionsbestimmungen (1.BImSchV), aber auch hinsichtlich der Besserstellung der bislang immer noch zu wenig genutzten Brennwerttechnik, die nun häufiger in den inzwischen bedingt förderfähigen neu errichteten Gebäuden geeignete technische Voraussetzungen vorfinden werden (Flächenheizungen). Nun bleibt abzuwarten, inwieweit diese verbesserten Förderbedingungen den Markt beflügeln können.

Allerdings können erwartete positive Effekte des MAP auch im laufenden Jahr wieder kompensiert werden, wenn sich die inzwischen mehrjährige Folge von sehr milden Wintern weiter fortsetzt und wenn zudem die Heizöl- und Gaspreise weiter niedrig bleiben, zumal sich die Holzheizkesselbranche im Marketing stark an diesen fossilen Konkurrenzsystemen orientiert.

Erste statistische Zahlen über die Überprüfungsmessungen der Schornsteinfeger für die in 2015 neu errichteten Pelletkessel zeigen, dass zwar eine sichtbare Erhöhung der Beanstandungszahlen eintritt, jedoch nicht in einem so dramatischen Maß, dass dadurch im Markt eine Kaufzurückhaltung ausgelöst werden könnte. Bei den Holzhackschnitzelkesseln lässt sich hierzu aber noch keine gesicherte Aussage machen. Allerdings war die Zahl der Förderfälle in 2014 nicht – wie bei Holzpellets – eingebrochen, so dass die als Ursache vermuteten Vorzieheffekte des Jahres 2014 sich nun eher dämpfend auf die Förderfälle in 2015 auswirken müssten, sofern die inzwischen attraktivere Förderung in 2015 dies nicht ausgleichen kann.

Grundsätzlich ist aber zu vermuten, dass zunehmende Komfortansprüche im ländlich und landwirtschaftlich geprägten Marktumfeld einen langfristigen Trend zu Gunsten von automatisch beschickten Kesseln stützen werden, wodurch vor allem Scheitholzkessel ersetzt würden.

4.2 Große Biomasseanlagen

Die Entwicklung bei den in Betrieb genommenen Anlagen zeigt, dass sich dieser Bereich kontinuierlich ausweitet. Der Anstieg betrug im Jahr 2014 ca. 40 % gegenüber dem Vorjahr auf der Basis der wertgestellten Kredite. Aus derzeitiger Sicht ist bei konstant hohen Anlagenzahlen noch keine Sättigung abzusehen. Da die MAP-Richtlinie im Frühjahr 2015 modifiziert wurde, **wird empfohlen, diese Förderbedingungen (2015) im Bereich großer Biomasseanlagen beizubehalten.**

Es bleibt abzuwarten, welche Auswirkungen die neuen Grenzwerte der 1.BImSchV, die ab dem 1.1.2015 gelten, langfristig auf die Antragszahlen haben werden, derzeit lässt sich noch kein Trend nachweisen. Hier wird erwartet, dass die Inanspruchnahme des Innovationsbonus für niedrige Emissionen deutlich ansteigen wird. Dies wird auch davon abhängen, wie sich die Anforderungen der 1. BImSchV auf die Investitionen auswirken.

Derzeit wird für ca. 20 % der Anlagen der Bonus für niedrige Emissionen beantragt, sodass bereits Anlagen auf dem Markt sind. Auf der Basis der vorliegenden Informationen ist keine Aussage zu den tatsächlich auftretenden Mehrkosten möglich, da die Bandbreite der spezifischen Kosten zu groß ist. Generell wird erwartet, dass die verstärkte Nachfrage nach Einrichtungen zur Entstaubung die Mehrkosten insgesamt verringert.

Auch wenn die Anforderungen für den Innovationsbonus mit 15 mg/m³ sehr nahe an den Anforderungen der 1. BImSchV (20 mg/m³) liegen, sollte während einer Übergangszeit von wenigen Jahren, in denen die Antragszahlen und die Investitionskosten beobachtet werden, beibehalten werden. Gegebenenfalls kann auch in einem Übergangszeitraum der Innovationsbonus abgeschmolzen werden.

Der Innovationsbonus für Pufferspeicher sollte beibehalten werden, da diese eine bessere Anlagenauslastung ermöglichen und auch den Bau von Anlagenkombinationen mit fossilen Brennstoffen vermeiden hilft.

4.3 Wärmenetze

Grundsätzlich wird empfohlen, die Förderung auf der Basis der Richtlinie 2015 beizubehalten. Die Förderung wird sehr gut angenommen, es konnten 1.838 Netze im Jahr 2014 gefördert werden.

Die geförderten Wärmenetze weisen in der Mehrzahl weniger als zehn Wärmeabnehmer auf. Hier besteht weiterhin ein Potenzial, verstärkt größere Netze zu fördern. Insbesondere ist in diesem Zusammenhang zu prüfen, inwieweit die MAP-Förderung für Stadtwerke noch attraktiver gestaltet werden kann. Dies würde dort die Möglichkeiten eröffnen, den Wärmemarkt stärker zu berücksichtigen. Auch sind Versorgungsunternehmen eher geeignet, den langfristigen Betrieb zu gewährleisten und verfügen auch über Erfahrungen im Bereich leitunggebundener Energieversorgung.

Die Angaben der Antragsteller zu den erwarteten Netzverlusten sind weiterhin in vielen Fällen ca. 50-70 % zu niedrig und nicht plausibel. Hier bleibt abzuwarten, ob die erst in 2013 eingeführte Checkliste, mit der die Antragsteller auf wesentliche technische Aspekte der Planung und Durchführung von derartigen Projekten hingewiesen werden, ihre Wirkung entfaltet, bisher ist dies nicht zu beobachten. Da insbesondere bei den Wärmenetzen die Projekte eine längere

Vorlaufzeit haben, werden sich Auswirkungen aus der Einführung dieser Checkliste erst in den nächsten Jahren nachweisen lassen.

Den Netzverlusten kommt aufgrund der Auswirkungen auf die Gesamteffizienz des Systems und der damit verbundenen Nachhaltigkeit der Energieversorgung eine hohe Bedeutung zu. Dies gilt insbesondere für Netze, die aus Biomassekesseln gespeist werden, die ohne zusätzliche Effizienzgewinne, z. B. aus der Kraft-Wärme-Kopplung betrieben werden.

Die Netzverluste steigen insbesondere bei kleinen Netzen mit wenigen Abnehmern stark an, die sich hinsichtlich der Betriebscharakteristik nur wenig von dem Betrieb von Einzelanlagen unterscheiden. Je kleiner die Netze sind, umso größer ist die Gefahr, dass die Energieeffizienz des Systems kleiner ist als die Gesamteffizienz von mehreren dezentralen Anlagen. Dies würde dazu führen, dass die Ressourceneffizienz bei diesen Netzen schlechter ist wie bei einer Einzelversorgung.

Aus diesem Grund wird empfohlen, im Rahmen einer Untersuchung zu klären, wie hoch die Energieeffizienz kleiner Wärmenetze im Vergleich zur dezentralen Erzeugung ist und wie die Planung und Umsetzung verbessert werden kann.

Ein weiterer wesentlicher Aspekt ist der langfristige sichere und nachhaltige Betrieb der Netze und die Versorgungssicherheit für die Abnehmer. Die Auswertung der Informationen über die Rechtsform der Antragsteller für den Bereich Wärmenetze zeigt, dass 67 % der Antragsteller aufgrund der Rechtsform privater Haushalt, Einzelfirma oder Gesellschaft bürgerlichen Rechts privat für die Investition und den wirtschaftlichen Erfolg haften. Hier stellt sich die Frage, wie diese Organisationsformen den längerfristigen Versorgungsverpflichtungen nachkommen können. Langfristig kontraproduktiv wäre es, wenn sich herausstellt, dass ein signifikanter Anteil der Betriebe ihren Aufgaben langfristig nicht nachkommen kann, entweder aufgrund der fehlenden Wirtschaftlichkeit oder aufgrund fehlender Nachfolger.

Auch in diesem Bereich wird eine weitergehende Untersuchung empfohlen, um eine langfristige Versorgungssicherheit für die Abnehmer sicher zu stellen.

Zusammen mit der Detailanalyse zur Energieeffizienz von Wärmenetzen können die Ergebnisse wesentlich dazu beitragen, die MAP-Förderung in diesem Bereich effektiver zu gestalten. Insbesondere bei privat geförderten Projekten gehen die Investoren beim Betrieb von Wärmenetzen gegebenenfalls erhebliche Risiken auch im Hinblick auf ihr Privatvermögen ein.

4.4 Wärmespeicher

Die Entwicklung der Anlagenzahlen zeigt, dass dieser Bereich an Bedeutung zunimmt.

Vor diesem Hintergrund wird es zunehmend wichtiger, die Rolle und Bedeutung von Energiespeichern in Bezug auf die Energieeffizienz eines Gesamtsystems genauer zu untersuchen. Für die zielgerichtete Förderung in diesem Bereich sind weitere Detailkenntnisse notwendig, die z. B. in einem getrennten Forschungsvorhaben erarbeitet werden könnten.

Aus derzeitiger Sicht wird für diesen Bereich empfohlen, die Förderung auf der Basis der Richtlinie 2015 beizubehalten.

4.5 Solarthermie

Der Markt solarthermischer Anlagen hat sich bis 2008 positiv entwickelt, ist seitdem aber tendenziell rückläufig. 2014 ist der Solarthermiemarkt das dritte Jahr in Folge geschrumpft und weist mit einer neu installierten Leistung von 630 MW_{th} den niedrigsten Zubau seit zehn Jahren auf. Bei linearer Fortschreibung des Zubauniveaus der Jahre 2010 bis 2014 wird das in der Leitstudie des BMUB (Nitsch et al 2012) definierte Ausbauziel bei weitem nicht erreicht. Daher müssen Attraktivität und Vertrauen in die Technologie Solarthermie gestärkt werden. Hierzu kann die im April 2015 in Kraft getretene Richtlinienänderung des MAP beitragen, welche an vielen Stellen neue Impulse setzt. Die Auswirkungen der neuen Richtlinie können zum gegenwärtigen Zeitpunkt aber noch nicht abschätzt werden.

Aus Sicht der Evaluatoren könnten dennoch folgende kurzfristig umsetzbare Empfehlungen zur Weiterentwicklung des MAP im Segment solarthermischer Anlagen erwogen werden:

Anhebung der Größenbeschränkung (Innovationsförderung):

Innerhalb der BAFA-Innovationsförderung sind Trinkwarmwasseranlagen, Kombianlagen sowie Anlagen zur solaren Kälteerzeugung mit Bruttokollektorflächen zwischen 20 und 100 m² förderberechtigt. Die Verteilung der 2013 und 2014 errichteten solarthermischen Anlagen mit BAFA-Innovationsförderung über die Anlagengröße deutet darauf hin, dass die Obergrenze von 100 m² den Bau größerer Anlagen verhindern könnte, obwohl diese womöglich technisch sinnvoll wären. Eine Anhebung der Größenbeschränkung für diesen Fördertatbestand auf zumindest 150 m² oder 200 m² erscheint daher sinnvoll, auch eine völlige Streichung der Größenbeschränkung sollte überlegt werden. Zwar besteht grundsätzlich die Möglichkeit einer Kreditförderung über die KfW für größere Solarthermieanlagen, allerdings gibt es Anhaltspunkte, dass die Fördermöglichkeit über Zuschüsse durch das BAFA dem Bedarf zahlreicher potenzieller Bauherren besser entspricht als die Fördervariante über die KfW mit dem Mechanismus des Teilschuldenerlasses.

Förderung solarthermischer Anlagen im Gebäudeneubau:

Mit dem Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) steht erstmals ein ordnungsrechtliches Instrument in Form einer Nut-

zungspflicht für erneuerbare Energien im Gebäudeneubau zur Verfügung. Aufgrund der rechtlichen Rahmenbedingungen können Maßnahmen zur Erfüllung dieser Nutzungspflicht i.d.R. nicht gefördert werden. Im Neubausektor sind daher Standardsolaranlagen nicht förderfähig, sofern diese zur Erfüllung der Nutzungspflicht dienen. Zur Erfüllung der Nutzungspflicht regenerativer Energien können aber auch Ersatzmaßnahmen, wie Maßnahmen zur Einsparung von Energie, umgesetzt werden. Leider bestehen bisher keinerlei Anreize, die gesetzlichen Vorgaben überzuerfüllen. Werden solarthermische Anlagen bei schon erfüllter Nutzungspflicht errichtet, so wäre die Situation vergleichbar mit Bestandsbauten. Insbesondere ökologisch sehr engagierte Bauherren könnte durch einen solchen Anreiz für eine baurechtlich nicht erforderliche Zusatzmaßnahme die Entscheidung für eine Solaranlage deutlich erleichtert werden. Zudem ist bei sehr gut gedämmten Häusern eine solare Trinkwarmwasserbereitung eine der wirtschaftlichsten und technisch sinnvollsten Maßnahmen zur weiteren Energieeinsparung.

Eine Förderung dieser Anlagen wäre rechtskonform und es gäbe einen zusätzlichen Anreiz, regenerative Energien über das gesetzliche Mindestmaß hinaus einzusetzen. Es wird somit eine Förderung von solaren Trinkwasser- sowie Kombianlagen im Gebäudeneubau analog zum Bestandsbau empfohlen, sofern auch ohne Berücksichtigung dieser Anlagen bereits alle Anforderungen nach dem EEWärmeG sowie der Energieeinsparverordnung (ENEV) erfüllt sind. Ein entsprechender Nachweis wäre den BAFA-Antragsunterlagen beizufügen.

4.6 Wärmepumpen

Die Nachfrage nach dem MAP ist in den vergangenen Jahren spürbar zurückgegangen, der Marktanteil geförderter Anlagen im gesamten deutschen Wärmepumpenmarkt hat abgenommen. Auch die stimulierende Funktion des MAP in Hinblick auf effiziente Technologien hat nachgelassen, wie der anhaltende Trend zu Luft/Wasser-Wärmepumpen zeigt. Die neue MAP-Richtlinie, die zum 1. April 2015 in Kraft trat, setzt vor allem im BAFA-Teil der Förderung an vielen Stellen Impulse, die diesen Trends entgegen wirken können. Dazu gehören u.a. erhöhte Förderbeträge speziell für Sole/Wasser-Wärmepumpen, aber auch für monovalente oder leistungsgeregelte Luft/Wasser-Wärmepumpen, die Einführung eines Optimierungsbonus für einen verbesserten Anlagenbetrieb, die Einführung von geförderten Qualitätschecks nach dem ersten Betriebsjahr sowie eine Innovationsförderung für Wärmepumpen mit hohen JAZ oder verbesserter Systemeffizienz durch Erhöhung der Temperatur auf der Wärmequellenseite. Die Auswirkungen der neuen Richtlinie können zum Zeitpunkt der Berichtserstellung noch nicht abgeschätzt werden. Grundsätzlich wird aber empfohlen, die seit 1. April 2015 geltenden **Förderkonditionen für Investitionszuschüsse beizubehalten.**

Seit August 2012 können große Wärmepumpen im Rahmen des MAP von der KfW eine Förderung erhalten. Solche Großwärmepumpen können bei der Versorgung größerer Gebäude, aber auch in der Nah- und Fernwärme sowie in Industrie und Gewerbe Beiträge zu Klimaschutz und Systemintegration leisten. Die Inanspruchnahme der KfW-Förderung für Großwärmepumpen ist jedoch marginal. Auf Basis der KfW-Antragsunterlagen aus den Jahren 2013 und 2014 konnte ermittelt werden, dass Wärmepumpen > 100 kW im Mittel 1.000 bis 1.700 €/kW kosteten. Bei einem Tilgungszuschuss von 80 €/kW (mindestens 10.000 €, höchstens 50.000 €) ergeben sich Förderquoten von etwa 5 bis 8 %, welche möglicherweise keinen ausreichenden Anreiz für potentielle Antragssteller bieten. Um eine höhere Nachfrage nach einer Förderung für Großwärmepumpen zu induzieren, wird daher empfohlen, die **Fördersätze im KfW-Teil des MAP zumindest vorübergehend zu erhöhen.**

Weiteres Verbesserungspotential besteht zudem hinsichtlich der Effizienz der installierten Anlagen im praktischen Betrieb. Prinzipiell ist zwar davon auszugehen, dass bei fehlerfreier Planung und Installation die durch die VDI 4650 berechneten JAZ in der Realität erreicht werden. Einige Felduntersuchungen zeigen jedoch eine deutliche Abweichung der tatsächlichen JAZ im Betrieb von der nach VDI 4650 ermittelten nach unten [siehe z.B. ISE 2010, Lahr 2008]. Maßnahmen, die eine größere Qualität bei Planung und Installation bewirken, sind daher von besonderer Bedeutung für Effizienz und Klimaschutz. Das MAP kann hier Anstöße geben, mit denen gezielte Schulungsmaßnahmen des installierenden Handwerks angeregt werden. Eine direkte Förderung von Schulungen ist mit der derzeitigen Konzeption des MAP nicht möglich. Es können aber **Boni bei Installation der Wärmepumpe durch einen zertifizierten Fachbetrieb** gewährt werden, wodurch ein Anreiz für die Betriebe entsteht, sich zertifizieren zu lassen. Als Zertifizierungsstandard bietet sich der „EU Zertifizierte Wärmepumpeninstallateur“ (EUCERT) an, der nach den Richtlinien des BWP in Abstimmung mit dem europäischen Wärmepumpen-Dachverband EHPA erfolgt. Im BWP sind bundesweit bereits ca. 500 Fachunternehmen organisiert, die EU-zertifizierte Installateure beschäftigen [BWP 2016]. Generell kann davon ausgegangen werden, dass mit diesem Ansatz auch die Erfahrung und Sicherheit bei der Montage seitens der Fachhandwerker gesteigert wird. Damit können etwaige Risikoaufschläge vermieden werden, was den zu beobachtenden Kostensteigerungen insbesondere bei Sole/Wasser-Wärmepumpen entgegenwirken kann. Um Härten bei bisher nicht zertifizierten Handwerksbetrieben zu vermeiden, sollten die bevorstehenden Änderungen und damit verbundenen Chancen für das Handwerk bereits frühzeitig unter Mithilfe des BWP mit den Handwerksverbänden kommuniziert werden. Perspektivisch sollten nur noch von zertifizierten Fachbetrieben installierte Wärmepumpen als förderwürdig anerkannt werden.

4.7 Tiefengeothermie

In Deutschland können geothermische Anlagen klimaverträglich Strom und Wärme unabhängig von Tages- und Jahreszeit nachfrageorientiert erzeugen. Ausgehend vom bisherigen Trend, ist nach gegenwärtigem Kenntnisstand davon auszugehen, dass die tiefe Geothermie in Deutschland für eine Wärme- oder Strom- bzw. gekoppelte Strom- und Wärmebereitstellung auch in den kommenden Jahren weiter genutzt und der Anlagenbestand weiter ausgebaut wird. Dieser Trend wird beispielsweise auch gestützt durch die in 2014 bewilligten Tranchenzusagen für vier weitere Anlagen.

In der Regel ist aber eine Strom- und Wärmebereitstellung aus tiefer Geothermie wegen der geologischen Gegebenheiten in Deutschland noch immer technisch sehr anspruchsvoll und mit z. T. erheblichen geologischen, technischen, ökonomischen, sozialen und ökologischen Herausforderungen verbunden (Kapitel 4). Aus diesem Grund waren die beobachteten Projektentwicklungsaktivitäten für geothermische Heiz- und Heizkraftwerke in den vergangenen Jahren überschaubar. Werden bisher bekannte laufende Projektentwicklungsaktivitäten zu Grunde gelegt und berücksichtigt, dass eine Projektrealisierung bis zu sieben Jahre betragen kann, so wird die verhaltene Entwicklung nach gegenwärtigem Kenntnisstand wegen der vergleichsweise jungen Technik auch für die kommenden Jahre so bleiben (Kapitel 3.1).

Um dieser Entwicklung entgegenzuwirken, eine weitere Marktentwicklung der geothermischen Energieerzeugung in Deutschland zu ermöglichen und damit die Voraussetzungen für eine vermehrte Nutzung des tiefen Untergrundes zu schaffen, wurde zum 01.04.2015 das MAP u. a. auch für das Fördersegment Tiefe Geothermie novelliert. Das vorhandene Strom-Wärme-Verhältnis wurde konkretisiert und es werden zukünftig anstatt einer Dublette (2 Bohrungen) nun auch 2 Dubletten (4 Bohrungen) pro Geothermieranlage im Rahmen der Förderbausteine „Bohrkostenförderung“ und „Mehraufwendungen“ bezuschusst. Dadurch wird es möglich sein, deutlich größer dimensionierte Anlagen zu bauen und auch große Wärmesenken (z. B. in Städten) mit geothermischer Wärme zu versorgen. Obwohl geothermische Kraftwerke künftig von einer Förderung durch das MAP ausgeschlossen sind, hat sich zusammengenommen somit die MAP-Förderung für geothermische Heiz- bzw. Heizkraftwerke verbessert. Es wird vorgeschlagen, mindestens die kommende Evaluierungsperiode abzuwarten, um entsprechende Wirkungen am Markt berücksichtigen zu können.

Zusätzlich zu den bereits umgesetzten Änderungen im MAP wird vorgeschlagen, langfristig die Darlehenssummen zu erhöhen. Ein wesentliches Hemmnis zum Beginn eines Geothermieprojektes ist das Problem der Kapitalbeschaffung. Zum Zeitpunkt der Bohrungsniederbringung ist der Kapitaleinsatz bzw. -bedarf am höchsten. Gleichzeitig besteht hier das größte technische Risiko und die Höhe des letztlich benötigten Kapitals ist aufgrund der oft ungenügenden

Kenntnis der geologischen Verhältnisse meist nur unscharf abschätzbar. Dieses Problem kann vor dem Hintergrund der immer gegebenen geologischen Risiken u. a. dann entschärft werden, wenn der Eigenkapitalbedarf durch Zuschüsse bzw. Kreditzusagen begrenzt werden kann. Derzeit können Darlehen in einer maximalen Höhe von 10 Mio. € bzw. maximal 80 % der Gesamtinvestition pro gefördertem Vorhaben vergeben werden. **Es wird vorgeschlagen, die maximale Darlehenshöhe um 2,5 Mio. € auf 12,5 Mio. € pro Vorhaben zu erhöhen. Damit würde zumindest teilweise dem Hemmnis der Kapitalbeschaffung entgegengewirkt und der Eigenkapitalanteil der Vorhaben weiter begrenzt werden.**

4.8 Biogasaufbereitungsanlagen

Mit der Novellierung des EEG 2014 entfiel der Gasaufbereitungsbonus für die Anlagenbetreiber. Bereits zuvor, zum 31.12.2012, wurde die MAP-Förderung für Biogasaufbereitungsanlagen eingestellt. Aufgrund der gravierenden geänderten Rahmenbedingungen kommt der Markt aktuell zum Erliegen. Während in den Jahren 2011/12 jährlich über 30 Anlagen in Betrieb genommen wurden, waren es 2014 insgesamt neun Anlagen. Sieben Anlagen wurden im Rahmen des MAP 2014 Wert gestellt. Die sich in Planung und Bau befindlichen Projekte bestätigen einen weiteren sinkenden Trend.

Dabei sind die Vorteile des Biomethans vielschichtig. Als adäquates Substitutionsprodukt für Erdgas hat es ebenso flexible Anwendungsmöglichkeiten, in der Wärme- und Strombereitstellung bzw. für den Verkehrssektor. Weiterhin ist diese Energieform, da stofflich gebunden, nahezu verlustfrei speicherbar. Ebenso kann das bestehende Erdgasnetz für die Verteilung genutzt werden. Die Umwandlung in Wärme und Strom erfolgt effizient und dezentral in Form von KWK-Anlagen. Nicht zuletzt können CO₂-Emissionen im Vergleich zu fossilen Energieträgern reduziert werden.

Voraussetzung hierfür ist ein hoher Stand der Technik, insbesondere in der Biogasproduktion, beim Gärrestmanagement sowie bei der eigentlichen Biogasaufbereitung. Methanemissionen müssen vermieden werden, indem gasdichte Speicher, gasdichte Gärrestlager mit Restgasnutzung und ein geringer Methanschluß bei der Biogasaufbereitung gewährleistet sind.

Der junge Markt der Biogasaufbereitung erfährt derzeit in Deutschland eine Stagnation. Aus diesem Grund sind technologische Weiterentwicklungen und Effizienzsteigerungen der Verfahren stark gehemmt. Um den Einsatz von Biomethan in Deutschland auszubauen, wären die rahmenpolitischen Bedingungen in Form einer Wiedereinführung entsprechender Förderungen zu schaffen.

4.9 Biogasleitungen

Die Zahl der MAP-geförderten Biogasleitungen hat von 2012 bis 2014 um ca. 89 % abgenommen. Lediglich 28 Leitungen wurden 2014 im Rahmen des MAP in Wert gestellt. Weiterhin zeigt die Anzahl der Antragseingänge der letzten Jahre (je unter 10), dass auch in naher Zukunft kein Trendwechsel bevorsteht.

Ursache ist eine Unsicherheit in der gesamten Branche. Die meisten Biogasanlagen verstromen das erzeugte Biogas in BHKWs und erhalten für die eingespeiste Strommenge eine EEG-Vergütung. Mit der EEG-Novelle 2014 reduzierte sich die Vergütung und in Folge dessen der Zubau neuer Anlagen.

Die über Jahre gewachsene Struktur der Biogasanlagen in Deutschland ist vor allem durch zahlreiche kleine Anlagen gekennzeichnet, deren Wirtschaftlichkeit auf den früheren Vergütungssätzen des EEG beruht. Die bei der Vor-Ort-Verstromung erzeugte Wärme kann dabei meist nur zum Teil sinnvoll genutzt werden, da geeignete Wärmeabnehmer in der (unmittelbaren) Umgebung fehlen. Biogasleitungen können hierbei ein wichtiges Element für alternative Nutzungspfade darstellen. Biogasleitungen transportieren das Biogas nahezu verlustfrei an den Ort des Verbrauchs. Zusätzlich kann der Zusammenschluss mehrerer kleiner Biogasanlagen Energiemengen bündeln und so spezifische Kosten senken sowie aufgrund der Diversifikation die Versorgungssicherheit erhöhen.

Die Errichtung von Biogasnetzen als „Insellösung“ ermöglicht weitere Vorteile sowohl für Anlagenbetreiber als auch für Wärmekunden. Hierzu zählen stabile Preise aufgrund der Unabhängigkeit vom Weltmarkt und eine höhere regionale Wertschöpfung. Insbesondere der für Biogasanlagen typische ländliche Raum kann so eine ökologisch-strukturelle Stärkung erfahren. Die Möglichkeiten der Errichtung eines Biogasnetzes, bestehend aus mehrerer Biogaserzeugungsanlagen und entsprechenden Leitungen, sind im Rahmen des MAP zu thematisieren und zu fördern.

Infolge der MAP-Novellierung 2015 sind alle Biogasleitungen förderfähig, welche Biogas zu einer KWK-Nutzung transportieren. Bisher war eine Biogasverstromung mittels KWK nach EEG 2012 Bedingung. Hierdurch erhöht sich die Anzahl potentieller Antragsteller. Perspektivisch ist damit eine Erhöhung der MAP-Fördertatbestände innerhalb der nächsten Jahre möglich. Im Rahmen der MAP-Evaluierung der nächsten Jahre sind diese und andere Entwicklungen tiefgreifender zu untersuchen.

Die mit der MAP-Novellierung 2015 eingeführte Förderung von Biogasleitungen, welche eine Biogasaufbereitungsanlage versorgen, ist direkt vom Bau einer solchen Anlage abhängig. Ihre Relevanz ist aufgrund der aktuellen Marktsituation daher als gering anzusehen.

Die technische Umsetzung der Errichtung von Biogasleitungen wird durch das DVGW-Regelwerk vorgegeben. Sinnvoll ist es dabei, in

den Förderrichtlinien dynamische Verweise zu verwenden (kein Festschreiben eines bestimmten Standes zu einem bestimmten Zeitpunkt), um aktuelle Erkenntnisse berücksichtigen zu können. Gefahren wie Brand, Explosion, Erstickung und Vergiftung infolge eines Gasaustritts können hierdurch deutlich gesenkt und die Planungssicherheit erhöht werden.

5. Literatur- und Quellenverzeichnis

BDH (2015): Marktentwicklung Wärmeerzeuger 2014. Bundesindustrieverband Deutschland, Köln, 2015. www.bdh-koeln.de

BSW (2015): Statistische Zahlen der deutschen Solarwärmebranche (Solarthermie). Bundesverband Solarwirtschaft e.V. (BSW-Solar), 2015. <http://www.solarwirtschaft.de>

BSW (2016): Liste EU Zertifizierter Mitglieder und Fachpartner. Abgerufen am 01.04.2016 von <https://www.waermepumpe.de/nc/verband/unsere-mitglieder/>

Destatis (2014): Preise und Preisindizes für gewerbliche Produkte (Erzeugerpreise), Juni 2014. Statistisches Bundesamt Deutschland, Wiesbaden. <http://www.destatis.de>

BMWi (2015): Erneuerbare Energien in Zahlen 2014; Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), Berlin, Februar 2015

IWU (2003): Deutsche Gebäudetypologie – Systematik und Datensätze. Institut für Wohnen und Umwelt, Darmstadt 2003

IFS (2009): Entwicklung von Performanzindikatoren als Grundlage für die Evaluierung von Förderprogrammen in den finanzpolitisch relevanten Politikfeldern. Endbericht im Auftrag des Bundesministeriums der Finanzen, Berlin 2009

Langniß, O.; Kohberg, T.; Sperber, E.; Nast, M.; Hermelink, A. (2013): Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (Marktanreizprogramm) für den Zeitraum 2012 bis 2014. Weiterentwicklung des systematischen Prüfverfahrens. Stuttgart November 2013.

Langniß, O.; Kohberg, T.; Wülbeck, H.-F.; Sperber, E.; Nast, M.; Reisinger, K.; Hartmann, H.; Turowski, P.; Budig, Ch.; Vajen, K.; Erler, R.; Schuhmann, E.; Janczik, S.; Schirmschar, S.; Hermelink, A.; (2014): Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (Marktanreizprogramm) für den Zeitraum 2012 bis 2014. Evaluierung des Förderjahres 2012. Stuttgart Februar 2014

Nitsch, Joachim. et al (2012): Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global. Schlussbericht. BMU - FKZ 03MAP146. Stuttgart März 2012.

O'Sullivan, M.; Lehr, U.; Edler, D. (2015): Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland und verringerte fossile Brennstoffimporte durch erneuerbare Energien und Energieeffizienz. Zulieferung für den Monitoringbericht 2015. Forschungsvorhaben des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Makroökonomische Wirkungen und Verteilungsfragen der Energiewende. Stuttgart September 2015.

Stuible, A.; Zech, D.; Kohberg, T.; Wülbeck, H.-F.; Sperber, E.; Nast, M.; Reisinger, K.; Hartmann, H.; Bruhnt, K.; Budig, Ch.; Orozaliev, J.; Pag, F.; Vajen, K.; Erler, R.; Janczik, S.; Hermelink, A.; John, A.; Offermann, M.; Schirmschar, S.; (2014): Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (Marktanreizprogramm) für den Zeitraum 2012 bis 2014. Evaluierung des Förderjahres 2013, Juli 2014

UBA (2013): Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger, Aktualisierter Anhang 4 der Veröffentlichung „Climate Change 12/2009“, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, Februar 2013

Wissenschaftlicher Beirat beim Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2013): Evaluierung wirtschaftspolitischer Fördermaßnahmen als Element einer evidenzbasierten Wirtschaftspolitik. Herausgeber: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Berlin.

6. Appendices

Appendix 1: Kleine Biomasseanlagen

Appendix 2: Große Biomasseanlagen, Wärmenetze und -speicher

Appendix 3: Solarthermie

Appendix 4: Wärmepumpe

Appendix 5: Tiefengeothermie

Appendix 6: Biogasleitungen und -aufbereitungsanlagen

Appendix 7: Datenbasis und Berechnungen

Appendix 1: Fachgutachten zum Fördersegment "Kleine Biomasseanlagen"

Autoren

Hans Hartmann, Klaus Reisinger

Technologie- und Förderzentrum (TFZ) im Kompetenzzentrum
für Nachwachsende Rohstoffe, Straubing,

www.tfz.bayern.de

1. Einführung

Bei der Förderung der energetischen Nutzung der Biomasse unterscheidet das Marktanreizprogramm (MAP) im Wesentlichen zwischen Anlagen unter und über 100 kW Nennwärmeleistung. Während kleine Anlagen über Investitionskostenzuschüsse gefördert werden, werden für größere Anlagen vergünstigte Darlehen gewährt. Entsprechend werden diese beiden Bereiche getrennt evaluiert. Im Folgenden wird ausschließlich auf die Förderung von Anlagen mit weniger als 100 kW Nennwärmeleistung eingegangen.

2. Förderstatistik

Die Anzahl der in den Jahren 2010 bis 2014 mit MAP-Förderung errichteten Anlagen zeigt Tabelle 2-1. Eine besonders deutliche Steigerung ergab sich für die Pelletkessel, deren jährliche Zahl zunächst von ca. 7.000 kontinuierlich bis 2013 auf ca. 22.000 Stück, d.h. um mehr als 200 % auf den dreifachen Wert gestiegen war, bevor es im Jahr 2014 im Zuge der allgemeinen Zurückhaltung bei der Heizungssanierung im Gebäudebestand einen deutlichen Rückgang gab (d.h. -43 %). Ein ähnlich hoher relativer Zuwachs hatte sich auch für die Hackschnitzelf Feuerungen gezeigt (ca. 140 % Anstieg), jedoch ohne dass es hier in 2014 zu einem Einbruch kam. Stattdessen beträgt der Zuwachs 3 %. Dies kann auf Vorzieheffekte wegen der ab 2015 gestiegenen Emissionsanforderungen der 1.BImSchV zurückgeführt werden, zumal bei Hackschnitzelf Feuerungen diese Anforderungen als besonders anspruchsvoll gelten. Die Bewegung bei der Anzahl geförderter Hackgutkessel erfolgt allerdings bei geringer Gesamtstückzahl, da diese Kessel nur insgesamt ca. 6 % Anteil aufweisen.

Bei den Scheitholz-Zentralheizungen ist der Anstieg demgegenüber seit 2011 relativ moderat. Ein Vergleich mit 2010 ist wegen der über die Monate 07/2010 bis 03/2011 vorübergehend ausgesetzten

Förderung nicht zulässig. Im Jahr 2014 kam es jedoch gegenüber 2013 ebenfalls zu einem Rückgang (d.h. -12 %).

Der Anteil der Hackschnitzelkessel blieb über den Betrachtungszeitraum zunächst fast unverändert und steigt erst in 2014 relativ betrachtet deutlich an, da hier der Anteil der Pelletkessel zurückgeht. Wegen des zunächst deutlich stärkeren Zuwachses bei den Pelletkesseln sankt der Anteil der Scheitholzessel über 3 Berichtsjahre kontinuierlich und steigt erst in 2014 wieder auf den ursprünglichen Anteil wie in 2011 an (Scheitholzessel waren in 2010 nicht durchgehend gefördert worden). Der Anteil der Pelletöfen mit Wassertasche blieb seit 2011 relativ konstant. Noch in 2011 hatte es einen starken Abfall gegeben, der durch den Wegfall der Förderung in Neubauten begründet werden kann.

Tabelle 2-1: Anzahl der in 2010 bis 2014 mit MAP-Förderung errichteten Biomasse-Kleinfeuerungsanlagen (Pelletkessel inkl. Pellet-Kombikessel)

Verteilung der Anlagenarten										
	2010		2011		2012		2013		2014	
	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ
Pelletöfen, Luft	610	5,0	–	–	–	–	–	–	–	–
Pelletöfen, Wasser	2.161	17,8%	1.383	6,5%	1.520	5,2%	1.770	5,1%	1.198	5,1%
Scheitholzessel	1.667	13,7%	7.338	34,7%	8.565	29,3%	9.549	27,8%	8.424	36,1%
Hackschnitzelkessel	535	4,4%	836	4,0%	1.042	3,6%	1.287	3,7%	1.331	5,7%
Pelletkessel	7.156	59,0%	11.582	54,8%	18.058	61,9%	21.782	63,3%	12.387	53,1%
Gesamt	12.129	100%	21.139	100%	29.185	100%	34.388	100%	23.340	100%

Tabelle 2-2: Installierte Gesamtleistung der in den Jahren 2010 bis 2014 mit MAP-Förderung errichteten Biomasse-Kleinfeuerungsanlagen

Installierte Leistung [kW]										
	2010		2011		2012		2013		2014	
	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ
Pelletöfen, Luft	5.341	2,2%	–	–	–	–	–	–	–	–
Pelletöfen, Wasser	22.254	9,1%	17.817	3,6%	20.026	2,9%	23.457	2,9%	16.236	2,8%
Scheitholzessel	46.884	19,3%	204.990	41,0%	239.371	34,9%	269.387	33,0%	232.497	40,4%
Hackschnitzelkessel	24.422	10,0%	37.998	7,6%	48.750	7,1%	60.899	7,5%	61.421	10,7%
Pelletkessel	144.415	59,4%	239.355	47,9%	378.630	55,1%	462.686	56,7%	265.993	46,2%
Gesamt	243.316	100%	500.160	100%	686.777	100%	816.429	100%	576.147	100%

Die Veränderungen bei den Anlagenzahlen gelten proportional auch für die installierte Gesamtleistung aller MAP-geförderten Biomasse-Kleinf Feuerungen (Tabelle 2-2), denn die durchschnittliche Nennwärmeleistung war über die vergangenen Jahre weitgehend gleich geblieben (vgl. hierzu Abbildung 4-1).

Die hohen Investitionen und Fördervolumina in 2010 (vgl. Tabelle 2-3 und Tabelle 2-4) bei gleichzeitig geringer Anlagenzahl resultieren aus dem Überhang an unbearbeiteten Altanträgen aus 2009. Bei der Auswertung der Anlagenzahlen (Tabelle 2-1) wurden aber lediglich die in 2010 errichteten Anlagen (ca. 12.000) berücksichtigt. Investition und Fördervolumen beziehen sich jedoch auf die im Jahr 2010 bewilligten Anträge (ca. 32.000).

Tabelle 2-3: Nettoinvestitionen der in den Jahren 2010 bis 2014 mit MAP-Förderung errichteten Biomasse-Kleinf Feuerungsanlagen

Nettoinvestitionen [Mio. €]										
	2010		2011		2012		2013		2014	
	absolut	rel.	absolut	rel.	absolut	rel.	absolut	rel.	absolut	rel.
Pelletofen (Wasser)	31,4	7,1%	7,9	2,5%	8,4	2,0%	10,2	2,1%	6,9	2,1%
Scheitholzkessel	123,0	27,9%	93,7	29,8%	104,9	25,1%	116,3	24,0%	102,3	30,9%
Hackschnitzelkessel	31,2	7,1%	19,6	6,2%	23,4	5,6%	29,3	6,0%	29,9	9,0%
Pelletkessel	254,9	57,9%	193,1	61,5%	281,6	67,3%	329,6	67,9%	192,1	58,0%
Gesamt	440,5	100%	314,3	100%	418,2	100%	485,4	100%	331,2	100%

Tabelle 2-4: Fördervolumen für die in den Jahren 2010 bis 2014 mit MAP-Förderung errichteten Biomasse-Kleinf Feuerungsanlagen

Fördervolumen (inkl. Boni) [Mio. €]										
	2010		2011		2012		2013		2014	
	absolut	rel.	absolut	rel.	absolut	rel.	absolut	rel.	absolut	rel.
Pelletofen (Wasser)	5,3	9,3%	1,5	3,8%	2,1	3,2%	2,6	3,2%	1,8	3,4%
Scheitholzkessel	11,2	19,6%	8,1	20,3%	11,4	17,5%	13,8	16,8%	12,2	23,2%
Hackschnitzelkessel	1,4	2,5%	0,9	2,2%	1,4	2,1%	1,8	2,2%	1,9	3,6%
Pelletkessel	39,1	68,6%	29,4	73,8%	50,0	77,2%	64,0	77,8%	36,7	69,9%
Gesamt	57,0	100,0%	39,8	100,0%	64,8	100,0%	82,3	100,0%	52,5	100%

Bonusförderung. Die Bonusförderung wurde in 2014 nicht separat ausgewertet. Es kann jedoch angenommen werden, dass sich das Fördergeschehen in diesem Punkt wenig gegenüber 2013 verändert hat, da die Förderbedingungen gleichbleibend waren, die Anzahl der Geräte- oder Komponentenanbieter sich nicht veränderte und – im

Fall der Staubabscheider – die verschärften Anforderungen der 1.BImSchV noch nicht in Kraft waren. Neben der Basisförderung hatten in 2013 etwa ein Viertel (d.h. 27,5 %) der errichteten kleinen Biomasseanlagen eine oder mehrere Bonusförderungen erhalten. Von 2012 auf 2013 unverändert geblieben war auch der Anteil von 90 %, den allein der Kombinationsbonus hieran ausmachte. Dieser Bonus wird dann gewährt, wenn neben der Biomassefeuerung auch eine thermische Solaranlage zum Einsatz kommt. Der Effizienzbonus, bei dem der zulässige Transmissionswärmeverlust des Wohngebäudes nach Energieeinsparverordnung (EnEV) von 2009 um mindestens 30 % unterschritten werden muss, kam dahingegen in 2013 mit einem Anteil von etwa 10 % etwas weniger häufig zum Einsatz.

Regionale Verteilung. Die Anteile der Bundesländer an den von 2010 bis 2014 mit MAP-Förderung errichteten Biomasse-Kleinfeuerungsanlagen sind in Tabelle 2-5 ausgewiesen. Demnach ist der Anteil der beiden süddeutschen Bundesländer Bayern und Baden-Württemberg von 56,4 % in 2010 auf nunmehr 51 % in 2014 leicht abgesunken. Die Inanspruchnahme der Fördermittel gleicht sich zwischen den Regionen damit tendenziell an. In den neuen Bundesländern konnten die prozentualen Anteile überwiegend gehalten werden oder sogar zulegen, wenngleich auch hier die absolute Zahl der Förderfälle insgesamt meist deutlich zurückgegangen war. Eine Ausnahme bildet lediglich das Land Brandenburg; hier kam es zu einem absoluten Anstieg der Förderfälle um ca. 23 %, allerdings auf niedrigem Niveau.

Tabelle 2-5: Regionale Verteilung von 2010 bis 2014 mit MAP-Förderung errichteten Biomasse-Kleinfeuerungsanlagen in Deutschland

Regionale Verteilung der Anlagen										
	2010		2011		2012		2013		2014	
	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ
Bayern	4.324	35,7%	6.778	34,6%	9.094	31,0%	10.424	30,1%	7.261	31,5%
Baden-Württemberg	2.516	20,7%	4.195	21,4%	5.849	19,9%	6.597	19,0%	4.517	19,6%
Nordrhein Westfalen	1.320	10,9%	1.699	8,7%	2.668	9,1%	3.264	9,4%	1.810	7,8%
Hessen	1.026	8,5%	1.525	7,8%	2.582	8,8%	2.929	8,5%	1.724	7,5%
Rheinland Pfalz	891	7,3%	1.372	7,0%	2.421	8,2%	2.712	7,8%	1.404	6,1%
Niedersachsen	736	6,1%	1.131	5,8%	1.650	5,6%	1.862	5,4%	1.170	5,1%
Sachsen	338	2,8%	639	3,3%	1.588	5,4%	2.435	7,0%	1.500	6,5%
Thüringen	239	2,0%	673	3,4%	1.016	3,5%	1.358	3,9%	1.190	5,2%
Sachsen Anhalt	215	1,8%	371	1,9%	589	2,0%	733	2,1%	632	2,7%
Schleswig-Holstein	192	1,6%	346	1,8%	555	1,9%	653	1,9%	401	1,7%
Brandenburg	111	0,9%	306	1,6%	512	1,7%	660	1,9%	811	3,5%
Saarland	110	0,9%	328	1,7%	493	1,7%	593	1,7%	302	1,3%
Mecklenburg-Vorpommern	55	0,5%	156	0,8%	236	0,8%	333	1,0%	303	1,3%
Berlin	25	0,2%	26	0,1%	50	0,2%	42	0,1%	16	0,1%
Hamburg	20	0,2%	35	0,2%	28	0,1%	21	0,1%	20	0,1%
Bremen	11	0,1%	17	0,1%	18	0,1%	21	0,1%	11	0,0%
Gesamt	12.129	100%	19.597	100%	29.353	100%	34.643	100%	23.073	100%

3. Marktentwicklung

3.1 Wachstum der Märkte

Die noch für 2013 beobachtete Zunahme der Inanspruchnahme aller Fördertatbestände setzte sich bei den kleinen Biomassefeuerungen in 2014 nicht fort. Außer bei den Hackschnitzelfeuerungen (plus 3 %) kam es stattdessen bei drei der vier Anlagengruppen zu teilweise deutlichen Rückgängen. Besonders betroffen waren hiervon die Pelletkessel (minus 43 %), gefolgt von den Pelletöfen (minus 32 %) und den Scheitholzkesseleln (minus 12 %). Bei der Recherche nach den Ursachen wurde von führenden Heizkesselherstellern anlässlich eines MAP-Fachgesprächs am TFZ (im Rahmen des Arbeitskreis Holzfeuerung im Mai 2015) ein Zusammenspiel verschiedener Einflüsse genannt. Hierzu zählt vor allem die inzwischen mehrjährige Folge von sehr milden Wintern. Zudem könnte sich die sinkende Tendenz bei den Heizöl- und Gaspreisen (vgl. Abbildung 5-4) dämpfend auf die Nachfrage ausgewirkt haben. Hinzu kommt, dass

offenbar bei den potenziellen Endkunden für Holzpelletkessel auch nicht davon ausgegangen wurde, dass durch die strengeren Emissionsanforderungen ab 2015 (d.h. Inkrafttreten der Stufe 2) ein größeres Beanstandungsrisiko bei den jährlichen Überprüfungsmaßnahmen durch den Schornsteinfeger für diese Anlagengruppe besteht. Daher kam es offenbar auch nicht zu den ursprünglich erwarteten Vorzieheffekten.

Nach Einschätzung der Kesselbranche waren es aber gerade diese Vorzieheffekte, die bei den Holzhackschnitzelkesseln in 2014 den Absatz stützten, so dass es hier nicht zu einem Einbruch der Förderzahlen gekommen war. Es wurde außerdem die Vermutung geäußert, dass zunehmende Komfortansprüche im ländlich und landwirtschaftlich geprägten Marktumfeld dazu geführt hatten, dass traditionelle Nutzer von Scheitholzkesseleln nun zu einer Hackschnitzelheizung wechselten, zumal hierfür in 2014 noch die alten Emissionsanforderungen galten.

Von Wechselwirkungen mit anderen Förderinstrumenten ist im Bereich der kleinen Biomassefeuerungen nicht auszugehen. Auch die im EEWärmeG verankerte Verpflichtung zur Nutzung regenerativer Energien ist für das MAP nicht relevant, da im MAP mit Ausnahme des Innovationsbonus für Brennwertfeuerungen keine Förderung im Neubau erfolgte.

3.2 Marktstruktur

Die nachfolgenden Auswertungen basieren im Wesentlichen auf einer geschichteten Stichprobe von Förderfällen aus dem Jahr 2014 (351 Fälle). Sie wurde zufällig aus den vier geförderten Anlagengruppen "Scheitholzessel", "Hackschnitzelkessel", "Pelletkessel" und "Pelletofen mit Wassertasche" gezogen. Die vier Bauartengruppen sind in der Stichprobe gemäß ihrem Anteil an der Gesamtheit der Förderfälle gewichtet. Auch die Gewichtung nach Bundesländern in der Stichprobe stimmt gut überein mit der Gesamtheit aller Förderfälle in 2014.

Verteilung nach Herkunftsländern

Die Verteilung der Feuerungsanlagen nach Herkunftsländern zeigt Abbildung 3-1. Demnach stammt nach wie vor die Mehrzahl aller geförderten Anlagen von österreichischen Herstellern, die aber seit 2012 konstant bei 64 % liegen. Der inländische Marktanteil hat dagegen leicht abgenommen, er liegt nunmehr bei 23 % (vorher 25 %). In 2011 hatte er jedoch noch bei 30 % gelegen (Abbildung 3-2).

Allerdings ist hierbei weiterhin zu beachten, dass die deutsche Zulieferindustrie wiederum bei den in Österreich hergestellten Kesseln mit hohen Marktanteilen vertreten ist, denn insbesondere bei Ventilatoren, Elektromotoren und Sensoren werden bevorzugt deutsche Produkte eingesetzt. Außerdem schlägt der eigentliche

Kesselkauf meist inzwischen nur noch mit weniger als der Hälfte der gesamten Investitionen zu Buche (vgl. Abbildung 5-3).

Neben Österreich und Deutschland erreichen lediglich die Tschechische Republik mit 5 % (-3 Prozentpunkte) und Italien mit 4 % (-1 Prozentpunkt) bezogen auf alle geförderten Anlagen noch nennenswerte Marktanteile. Diese Anteile resultieren im Falle Tschechiens aus den höheren Verkaufszahlen bei Scheitholzkesseln (hier: 9 % Anteil), während der Anteil Italiens auf den höheren Marktanteilen bei den Pelletöfen beruht (hier: 35 % Anteil). Bei Hackgutkesseln erreicht der österreichische Marktanteil 80 %, allerdings ist diese Zahl wegen des hier nur geringen Stichprobenumfangs (20 Kessel) nicht sehr belastbar. Diese Hackschnitzel-Marktanteile werden daher hier nicht weiter dargestellt. Das gilt auch für die Pelletöfen (mit Wassertasche), bei denen der inländische Marktanteil mit ca. 41 % in der 2014er-Stichprobe noch am größten ist (n=17).

Bei den Scheitholzkesseln hat sich der Rückgang in der Nachfrage nach den Produkten inländischen Hersteller auch in 2014 kontinuierlich fortgesetzt. Waren in 2009 noch mehr als 35 % der Kessel inländische Produkte, so beläuft sich deren Marktanteil derzeit nur noch auf 10 % (Abbildung 3-2).

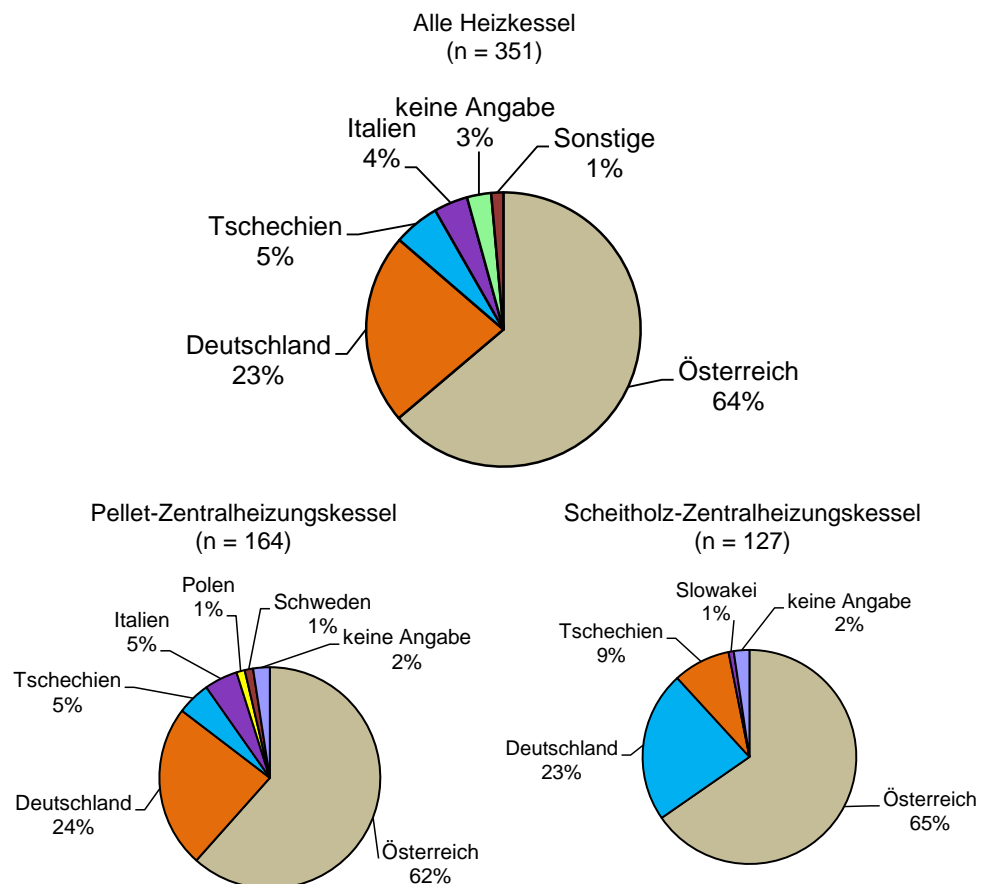


Abbildung 3-1: Marktanteile nach Herkunftsländern in 2014 (Hackgutkessel und Pelletöfen mit Wassertasche wegen geringem Stichprobenumfang nicht dargestellt). n = Größe der auswertbaren Stichprobe

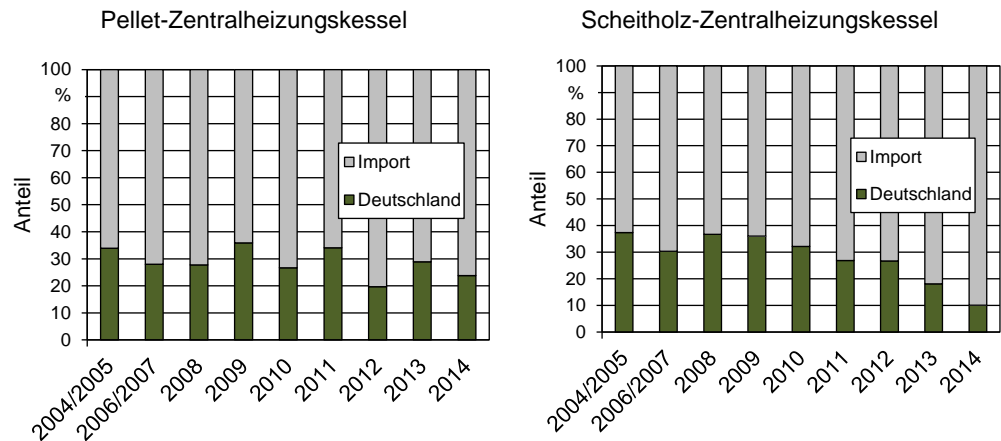


Abbildung 3-2: Verlauf der Importanteile der geförderten Anlagen von 2004 bis 2014 (Hackgutkessel und Pelletöfen mit Wassertasche wegen geringem Stichprobenumfang nicht dargestellt)

Verteilung nach Herstellermarktanteilen

Die Marktanteile bei den wichtigsten geförderten Anlagenarten zeigt Abbildung 3-3. Nur bei den Pelletkesseln ergaben sich (geringe) Änderungen gegenüber 2013. Hier war die Spitzenposition schon in 2013 auf die Fa. ETA übergegangen und ist seitdem unverändert. Nun hat sich aber die Rangfolge der nachfolgenden Plätze geändert und die Gruppe der kleineren Kesselhersteller ("Sonstige") ist kleiner geworden (von 46 auf 39 %). Das deutet auf eine leichte Verdichtung bei den größeren Herstellern hin. Eine eindeutige Marktdominanz ist aber nicht erkennbar, denn gleich acht Hersteller teilen sich die vorderen Ränge mit 6 bis 11 % Marktanteil. Auch in 2011 waren es in etwa die gleichen Hersteller. Selbst bei Betrachtung längerer Zeiträume (z. B. gegenüber 2006) kam es nicht zu sehr deutlichen Verschiebungen der Marktanteile der führenden Hersteller.

Bei den Scheitholzkesseln blieb die Rangfolge der ersten vier Hersteller seit 2012 unverändert (Marktführer Fa. Fröling). Die Gruppe der kleineren Kesselhersteller ("Sonstige") ist aber – anders als bei den Pelletkesseln – hier breiter geworden (von 17 auf 23 %). Deutsche Hersteller sind aber kaum vertreten (vgl. hierzu Abbildung 3-2).

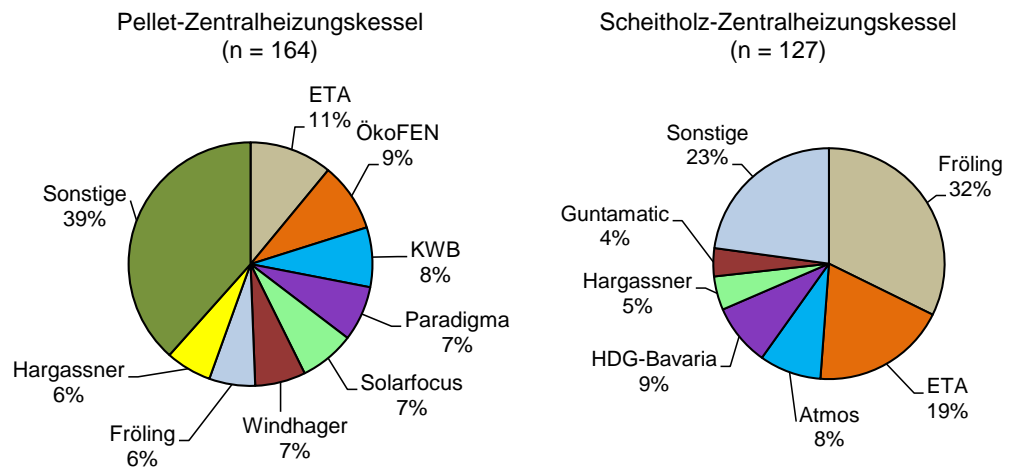


Abbildung 3-3: Marktanteile nach Herstellern in 2014 (Hackgutkessel und Pelletöfen mit Wassertasche wegen geringem Stichprobenumfang nicht dargestellt). n = Größe der auswertbaren Stichprobe

Erkenntnisse über Kapazitätsauslastung bei der Fertigung sind nicht verfügbar. Die Tatsache, dass in den letzten Jahren neue und erweiterte Fertigungseinheiten in Betrieb genommen wurden (z. B. Windhager, Hargassner) sowie die gesunkenen Absatzzahlen lassen aber vermuten, dass noch beträchtliche Kapazitätsreserven vorliegen. Mit der Firma Brunner GmbH, die ihr Angebot um Zentralheizungskessel erweitert haben, ist in letzter Zeit auch nur ein neuer Anbieter für Kesselanlagen bekannt geworden. Insgesamt ist davon auszugehen, dass die Anzahl der originären Hersteller tendenziell eher abnimmt durch Kooperationen oder OEM Herstellung (d. h. Herstellung von Geräten für die Vermarktung durch andere Hersteller). Dieser Trend konnte in 2014 durch die Anzahl der in der Stichprobe vertretenen Hersteller bestätigt werden, sie nahm von 2013 auf 2014 von 58 auf 55 ab.

Eine Zunahme ist in den letzten Jahren lediglich bei der Anzahl von Herstellern oder Konzeptentwicklern für Staubabscheider oder Katalysatoren für den kleinen Leistungsbereich festzustellen. Es ist allerdings davon auszugehen, dass hieran die näher rückende Stufe 2 der 1. BlmSchV einen wesentlich größeren Anteil hat, als die erst 2012 eingetretene Erhöhung der Innovationsförderung für derartige Nachrüstbauteile im MAP.

Vertriebswege und Absatzschwerpunkte

Hinsichtlich der Vertriebswege ist ebenfalls keine Änderung erkennbar. Es handelt sich hierbei vorwiegend um den Absatzpfad Hersteller-Großhandel-Heizungsbauer oder den verkürzten Absatzpfad vom Hersteller direkt an den Heizungsbauer. Bei den Absatzschwerpunkten ist ein klares Übergewicht der Bundesländer Bayern und Baden-Württemberg erkennbar (vgl. Tabelle 2-5).

4. Technologischer Standard und Innovation

Stand der technischen Entwicklung

Gemessen an den bisherigen Standards und den Anforderungen des MAP haben die angebotenen Kleinfeuerungen eine hohe technologische Reife und eine zuverlässige Betriebsweise erreicht. Das zeigt sich unter anderem daran, dass bei den förderfähigen Feuerungsanlagen die Verwendung von abgasgeführten Verbrennungsluftregelungen inzwischen üblich geworden ist. Außerdem liegen die im Labor gemessenen Wirkungsgrade inzwischen durchweg über 90 %. Ein Beitrag zu dieser Entwicklung wurde auch durch das MAP über die in verschiedenen Abständen angepassten Anforderungen geleistet. Beim Niveau des Schadstoffausstoßes wurden ebenfalls positive langjährige Trends vermeldet, zumindest lässt sich das an den Ergebnissen der Typenprüfungen für Staub- und Kohlenmonoxidemissionen ablesen. Aussagen, inwieweit sich diese im Labor beobachteten Trends auch auf die Praxis übertragen lassen, sind jedoch derzeit nicht möglich, denn aussagefähigere Prüfmethode für die Bewertung der Alltagstauglichkeit von Biomasse-Zentralheizungsanlagen fehlen weiterhin – obgleich Ansätze hierzu bereits bestehen.

Der in den vergangenen Jahren oft vermeldete Trend zu einer geringeren Anlagenleistung infolge verbesserter Dämmstandards der Gebäude ist bei den MAP-geförderten Biomasseanlagen auch in 2014 nicht erkennbar (Abbildung 4-1). Die mittlere Anlagenleistung der geförderten Anlagen beträgt derzeit für Scheitholzkessel unverändert 29 kW, für Hackgutkessel 46 kW und für Pelletkessel 22 kW.

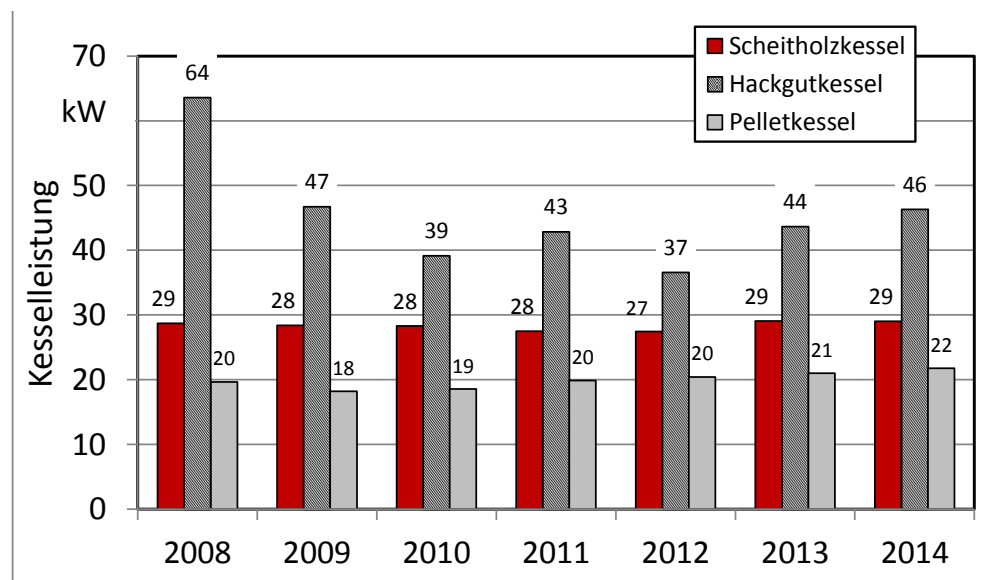


Abbildung 4-1: Entwicklung der durchschnittlichen Anlagenleistung der MAP-geförderten kleinen Biomasseheizungen von 2008 bis 2014

Verfügbare technische Neuerungen wie der integrierte oder nachgerüstete Abgaskondensationsbetrieb (d.h. Brennwerttechnik) oder die Anwendung von sekundären Staubabscheidetechniken oder Katalysatoren zur Minderung der organischen Kohlenwasserstoffemissionen konnten sich für Holzbrennstoffe nicht in größerem Umfang durchsetzen. Im MAP wurden derartige Techniken in 2014 speziell über den Innovationsbonus (750 € im Anlagenbestand) gefördert. Es bleibt abzuwarten, in wieweit die in 2015 eingeführte Innovationsförderung, durch die unter anderem Kessel mit Partikelabscheidern sowohl im Anlagenbestand als auch im Neubau bei der Förderung deutlich aufgewertet wurden, einen Anstieg solcher Förderfälle bewirken kann.

Anders als bei den reinen Staubabscheidern wird für Katalysatoren auf dem heute erreichten Schadstoffniveau beim Kohlenmonoxid oder bei den Kohlenwasserstoffen kein größerer Bedarf für Zentralheizungsanlagen gesehen. Diese Technik könnte lediglich bei Einzelraumfeuerstätten für Scheitholz einen nennenswerten Beitrag zur Luftreinhaltung leisten, jedoch sind derartige Anlagen von der MAP-Förderung ausgenommen.

Für das Basisjahr 2013 waren vom TFZ in 2014 sämtliche Förderfälle zum Innovationsbonus ausgewertet worden (insgesamt 78 Anlagen). Dabei hatte es sich in nur drei Fällen um reine Staubabscheider (elektrostatische Abscheider) gehandelt, während in allen übrigen Fällen eine Abgaskondensation realisiert worden war. Eine solche Zusatzauswertung wurde in 2014 aber nicht wiederholt. Da für 2014 nicht von fundamentalen Änderungen ausgegangen werden kann, sei hier auf die entsprechenden weiterführenden Auswertungen aus dem Vorjahr verwiesen (vgl. Fachgutachten 2013 im veröffentlichten Evaluierungsbericht).

Die Wirksamkeit der Brennwerttechnik, die eine weitere Steigerung des Kesselwirkungsgrads bewirkt, ist an das Vorhandensein eines Niedertemperatur-Heizsystems gekoppelt, hierzu zählen alle Flächenheizungen, wie die Fußboden- und Wandheizung. Solche Voraussetzungen sind im Altgebäudebestand selten gegeben. Daher ist es zu begrüßen, dass seit 2015 in Neubauten nunmehr solche Biomasseheizungen über die Innovationsförderung begünstigt werden. Nun bleibt abzuwarten, in wie weit hierdurch eine marktbreitere Anwendung erreicht werden kann.

Für den Gebäudebestand hatte sich gezeigt, dass auch die vorhandene Schornsteinanlage ein Hemmnis für die Brennwerttechnik darstellen kann. Sie muss feuchteunempfindlich ausgeführt sein. In Altgebäuden lässt sich das nachträglich meist nur durch aufwändige Kaminsanierungsmaßnahmen realisieren. Die inzwischen erhöhte Förderung (über "Innovationsbonus") könnte diesen Nachteil zukünftig ausgleichen.

Generell ist festzustellen, dass sich die Dynamik der technologischen Entwicklung bei den kleinen Biomassefeuerungen insgesamt etwas abgeflacht hat. Das ist vor allem darauf zurückzuführen, dass vor der

Einführung der verschärften Emissionsanforderungen in der 2. Stufe der 1. BImSchV (Januar 2015) noch ein Nachfrageschub für die bestehenden Technologien erwartet worden war, der allerdings nicht eingetreten war (vgl. Kapitel 3).

Technische Neuerungen

In der jüngsten Vergangenheit sind aber dennoch auch technische Neuerungen eingeführt worden. Sie zielen zum Beispiel auf eine effizientere Entaschung und auf die Vermeidung von Schlackeanhaftungen (d. h. höhere Betriebssicherheit) oder auf die Erhöhung des Betriebskomforts ab (z. B. größere Bedienungsfreundlichkeit von Regelungen, automatische Zündung bei Scheitholzkesseln, Fernüberwachung und -steuerung von Heizkesseln, etc.). Weitere Vereinfachungen durch werksseitig vollständige Kesselintegration mit kompakter Vorverrohrung aller benötigten Systemkomponenten ("Heizzentrale") zielten darauf ab, den Aufwand für den Heizungsbauer zu vermindern und Einbaufehler zu verhindern. Im Bereich der Holzpelletkessel ist außerdem zu beobachten, dass immer mehr Wandgeräte ab ca. 6 kW angeboten werden. Diese Anlagen werden vorrangig in Gebäuden mit sehr gutem Dämmstandard eingesetzt, weswegen sie im MAP-geförderten Altgebäudebestand eher selten anzutreffen sind.

Neuerungen, die ausdrücklich der MAP-Förderung zuschreiben lassen, sind jedoch nicht erkennbar. Allerdings wird beim Vertrieb von innovativen Geräten mit Abgaskondensation zumeist auf die hierfür bestehende Innovationsförderung über das MAP hingewiesen.

Generell kann festgehalten werden, dass das MAP kurzfristig nur geringe Innovationen auslöst, indem neue Anforderungen definiert werden (z. B. neue Emissionsanforderungen für automatisch beschickte Kessel ab 2014: CO von 250 auf 200 mg/Nm³, Staub von 50 auf 20 mg/Nm³). Das liegt daran, dass sich diese noch moderat veränderten Anforderungswerte meist durch nochmalige Messaufträge bei den Prüfinstituten einhalten lassen. Allerdings kann dieses Vorgehen, d.h. das stufenweise Verschärfen der Emissionsanforderungen, indirekt die Akzeptanz von Holzfeuerungen und damit am Ende auch die Betreiber-Zufriedenheit verbessern.

5. Anlagenwirtschaftlichkeit

5.1 Investitionskostenentwicklung

Bei den gesamten Anschaffungskosten für die jeweilige Heizungsanlage zeigt sich mit zunehmender Anlagenleistung der erwartete Trend zu sinkenden spezifischen Anschaffungskosten (Abbildung 5-1), bezogen auf das Kilowatt Nennwärmeleistung (NWL). Wegen der großen Preisunterschiede ist allerdings das

Bestimmtheitsmaß für die Regressionsfunktion meist sehr niedrig. Die ermittelten Investitionskosten werden für die Berechnung der Wärmegestehungskosten in Kapitel 0 verwendet.

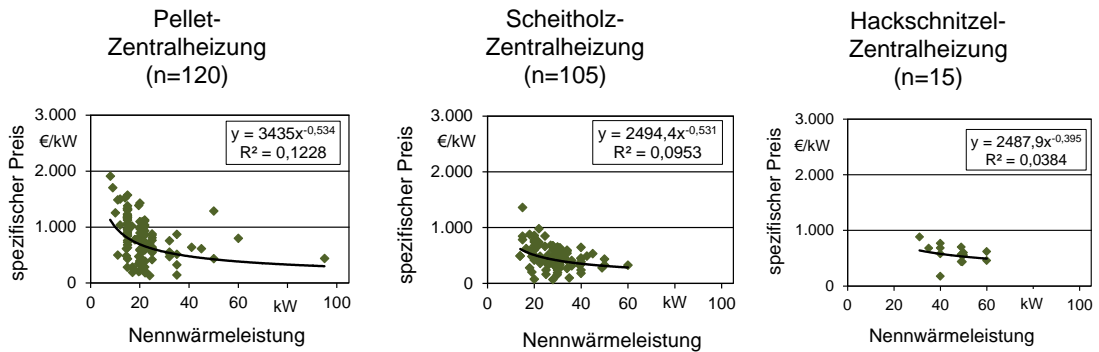


Abbildung 5-1: Spezifische Anschaffungskosten für die Heizungsanlage (einschl. Peripherie, Montage, ggf. Raumaustrag und ggf. Pufferspeicher, inkl. MwSt). n = Größe der auswertbaren Stichprobe

Die Entwicklung der Investitionskosten über den Zeitraum von 2004 bis 2014 zeigt Abbildung 5-2. Seit 2009 ist hier bei den Pelletkesseln ein klarer Trend zu sinkenden spezifischen Preisen erkennbar, der sich in 2014 weiter fortgesetzt hat. Das gilt sowohl für die reinen Kesselpreise (Bild links) als auch für die Gesamtanlage (Bild rechts). Bei den übrigen Heizkesselgattungen (Scheitholz, Holzhackgut und Pelletöfen) kann ein solcher Trend für die letzten 4 Jahre jedoch nicht festgestellt werden. Hier ist allerdings auch die Anlagenstichprobe teilweise deutlich kleiner, so dass Zufallseffekte eintreten können.

Die genannten Preissenkungen bei den Pelletkesseln können auf ausgeweitete Fertigungskapazitäten und auf zunehmenden Preisdruck durch ausländische Hersteller zurückgeführt werden. Bei einem zugleich deutlich zurückgehenden Gesamtabsatz von Pelletkesseln (vgl. Kapitel 2) werden von den Herstellern in der Regel größere Preiszugeständnisse zur Sicherung der Marktanteile in Kauf genommen. Da das MAP diesem Rückgang offenbar nicht entgegenwirken konnte, ist auch eine direkte Wirkung des Förderprogramms auf die beobachteten Preissenkungen kaum zu vermuten.

Die seit 2004 beobachteten Preissteigerungen bei Hackgutfeuerungen (insbesondere bei der Gesamtanlage) sind vermutlich auf zunehmende Ansprüche an die Betriebssicherheit solcher als alleinige Heizung eingesetzten Systeme zurückzuführen. Außerdem schlagen hier vermutlich die gestiegenen Kosten für die Errichtung und Montage der immer komplexer werdenden Anlagen zu Buche. Jährliche Preisänderungen bei den Hackschnitzelfeuerungen sollten aber nicht überbewertet werden, da hier die statistische Unschärfe wegen des geringen Stichprobenumfangs besonders hoch ist.

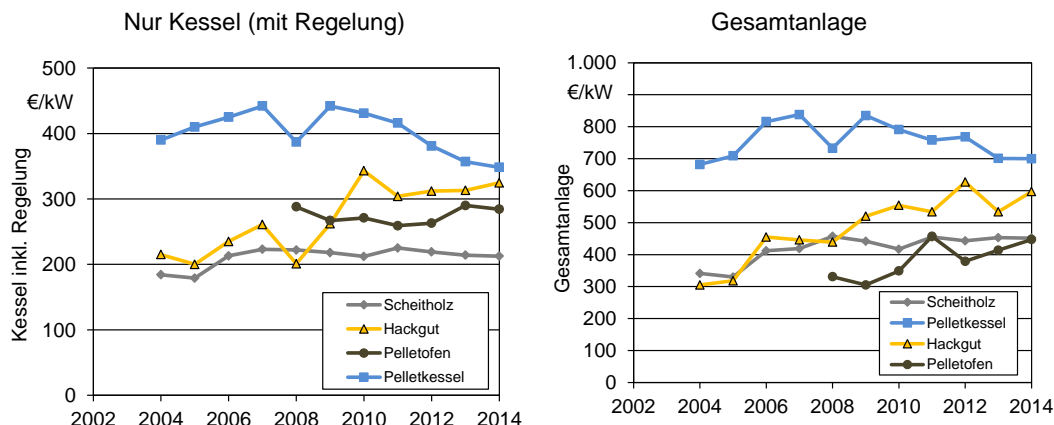


Abbildung 5-2: Entwicklung der spezifischen Gesamtkosten von Biomasse-Kleinanlagen 2004 bis 2014

Generell gilt, dass bei Biomassefeuerungen (zumindest mittelfristig) weniger mit Kostensenkungen durch Massenfertigung zu rechnen ist, da es sich hierbei um bereits jahrzehntelang etablierte Produkte mit gleichbleibend hohem Materialaufwand handelt (ähnlich wie bei Öl- und Gaskesseln). Außerdem werden Produktivitätsfortschritte in der Produktion durch steigende Anforderungen (z.B. Emissionsbegrenzungen) aufgezehrt.

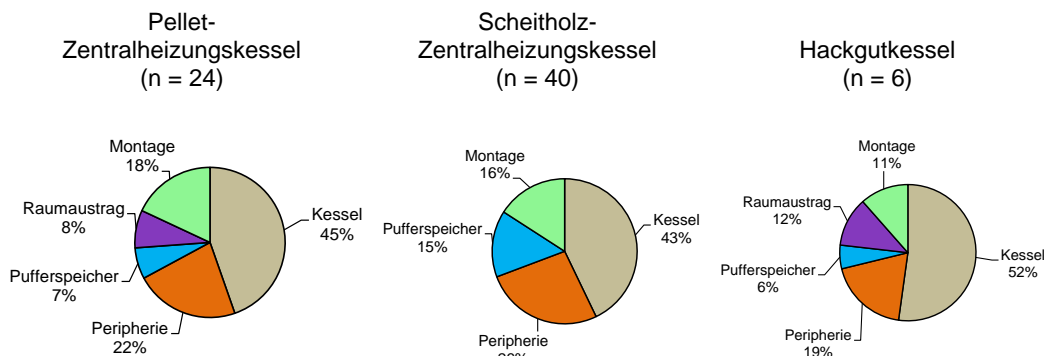


Abbildung 5-3: Zusammensetzung der Gesamtinvestitionskosten. n = Größe der auswertbaren Stichprobe (Jahr 2014)

Bei Betrachtung der einzelnen Kostenanteile an der Gesamtinvestition zeigt sich, dass der eigentliche Kesselkauf meist mit deutlich weniger als der Hälfte der gesamten Investitionen zu Buche schlägt (vgl. Abbildung 5-3). Das gilt vor allem für Pellet- und Scheitholzessel. Dieser geringe Gesamtanteil des Kessels kommt auch dadurch zustande, dass im Kesselpreis neben der Regelung bei automatisch beschickten Kesseln auch teilweise noch Komponenten des Raumaustrags mit enthalten sind. Bei der Montage ist mit durchschnittlich 11 bis 18 % der Gesamtkosten zu rechnen. Dieser Anteil ist zuletzt erkennbar gestiegen, was auf den

derzeit hohen Auslastungsgrad der Heizungsbauer hindeutet. Der Pufferspeicher bei Scheitholzkesseln macht wegen der größeren Volumina mit durchschnittlich 15 % deutlich mehr aus, als bei automatisch beschickten Feuerungen (6 bzw. 7 %).

Brennstoffpreise

Im Vergleich zu Heizöl (extra leicht, H_{EL}) hat sich der Preisvorteil für die Biomassebrennstoffe wegen des Rohölpreisverfalls mittlerweile stark abgeschwächt. Bei Holzhackschnitzeln liegen die Preise immer noch deutlich niedriger, d. h. der spezifische Energieträgerpreis ist etwa halb so hoch wie beim Heizöl (bezogen auf Wassergehalt 35 %). Dagegen haben sich die Energieträgerpreise von Holzpellets und Heizöl inzwischen stark angenähert, hauptsächlich durch den Verfall des Ölpreises (Januar 2015). Allerdings ist auch bei den Biomassebrennstoffen das gesamte Preisniveau in den letzten Jahren z. T. deutlich angestiegen. In den Jahren 2004, 2007 und 2009 hatten die Äquivalentpreise für Heizöl und Festbrennstoffe (Ausnahme Hackschnitzel) zwischenzeitlich nahezu gleichauf gelegen.

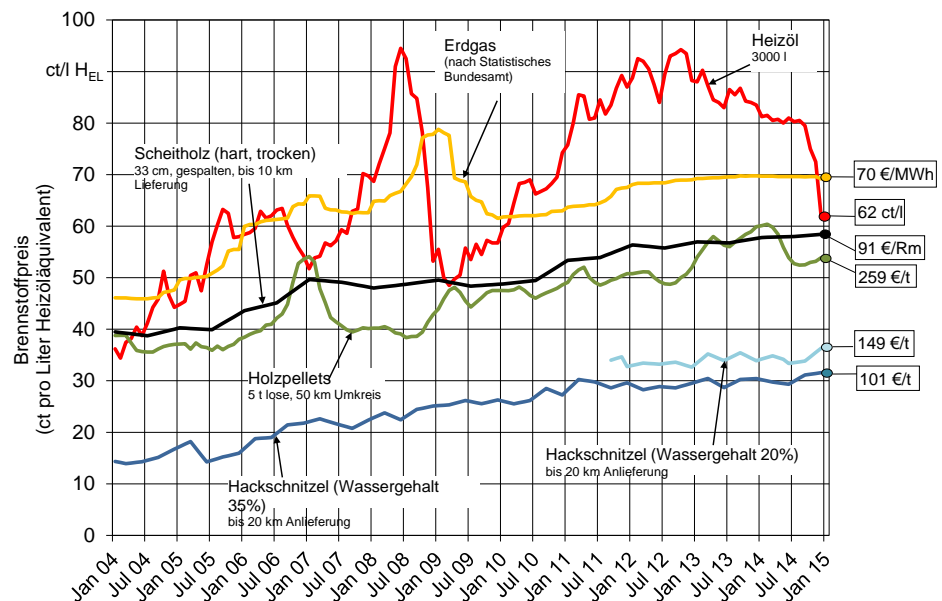


Abbildung 5-4: Entwicklung der Brennstoffpreise (inkl. Anlieferung und MwSt.) (Quellen: C.A.R.M.E.N. e.V. (Hackschnitzel und Pellets), TECSON-Digital (Heizöl), Statistisches Bundesamt (Erdgas) sowie eigene Erhebungen (für Scheitholz))

In 2004 setzte aber der in Abbildung 5-4 dargestellte Preisanstieg bei den Biomassebrennstoffen ein, durch den auch eine Diskussion um den Einsatz kostengünstiger alternativer nicht-holzartiger Brennstoffe für Kleinfeuerungen angeheizt wurde.

5.2 Energiegestehungskosten

Zum Vergleich der Holzentralheizungsanlagen mit einem fossilen Referenzsystem (hier: Erdgaskessel) eignen sich die spezifischen Wärmegegestehungskosten. Sie geben die Kosten für die Bereitstellung einer Kilowattstunde Wärme an. Abbildung 5-5 zeigt, dass diese Wärmegegestehungskosten je nach Heizungssystem variieren, sie liegen zwischen 17,1 ct/kWh beim Biomasse-Scheitholzkessel als günstigste geförderte Heizung und 18,5 ct/kWh beim Biomasse-Pelletkessel. Hackschnitzelkessel werden in diesem geringen Leistungsbereich nicht angeboten und wurden somit hier nicht ausgewertet. Damit betragen die spezifischen Mehrkosten gegenüber dem Erdgaskessel im günstigsten Fall 3,8 ct/kWh (Scheitholzkessel). Sie steigen für Pelletkessel auf 5,2 ct/kWh. Die MAP-Förderung kompensiert hiervon nur etwa 0,8 ct/kWh (bei Pellets) bzw. 0,4 ct/kWh (bei Scheitholzkesseln).

Ein Vergleich mit den für 2013 berechneten Wärmegegestehungskosten zeigt, dass beim Pelletkessel gleichbleibende Wärmegegestehungskosten (d.h. -0,1 ct/kWh) festzustellen sind. Das Gleiche gilt auch für Scheitholzanlagen (d.h. +0,2 ct/kWh). Zu den Hackgutkesseln kann wegen der nicht gegebenen Verfügbarkeit in diesem geringen Leistungsbereich keine Aussage gemacht werden.

Die Tatsache, dass bei diesen Berechnungen keine nennenswert veränderten Kostenabstände festgestellt wurden ist vor allem auf die unveränderten Erdgaspreise (vgl. Abbildung 5-4) zurückzuführen, die hier für den Referenzfall herangezogen wurden.

Eine Vergleichsrechnung auf Basis einer Heizölheizung hätte einen deutlich größeren Kostenabstand im Vergleich zur Situation in 2013 ergeben.

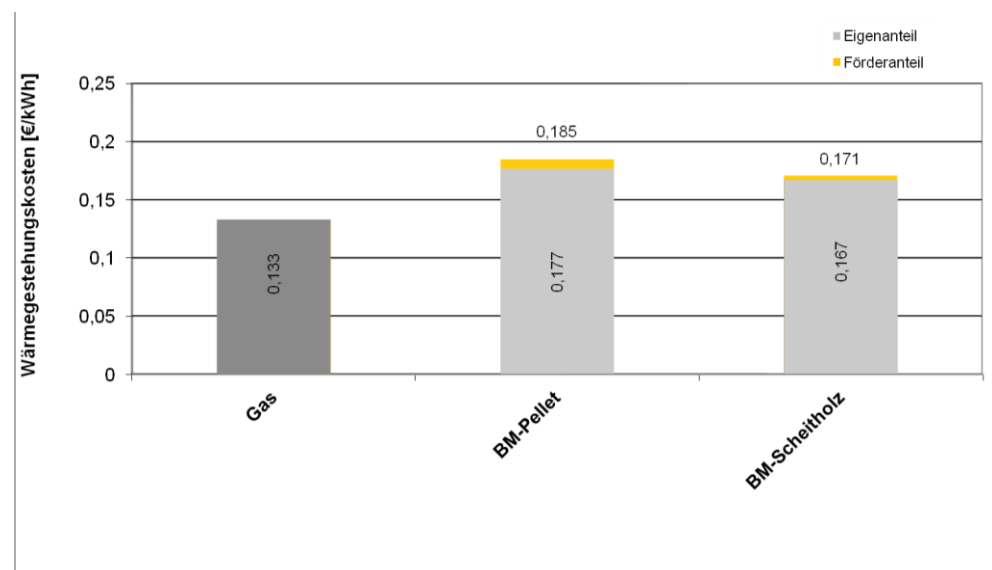


Abbildung 5-5: Wärmegegestehungskosten mit kleinen Biomasse-Zentralheizungen im Vergleich zu Erdgaskesseln in einem sanierten Einfamilienhaus (Typ E)

Appendix 2: Fachgutachten zu den Fördersegmenten Große Biomasseanlagen, Wärmenetze und Wärmespeicher

Autor:

Hans-Friedrich Wülbeck
Fichtner GmbH & Co. KG

1. Einführung

Bei der Förderung der energetischen Nutzung der Biomasse unterscheidet das Marktanreizprogramm (MAP) im Wesentlichen zwischen Anlagen unter und über 100 kW Nennwärmeleistung. Während kleine Anlagen über Investitionskostenzuschüsse gefördert werden, werden für größere Anlagen vergünstigte Darlehen gewährt. Entsprechend werden diese beiden Bereiche getrennt evaluiert. Im Folgenden wird ausschließlich auf die Förderung von Anlagen mit mehr als 100 kW Nennwärmeleistung eingegangen.

2. Förderstatistik

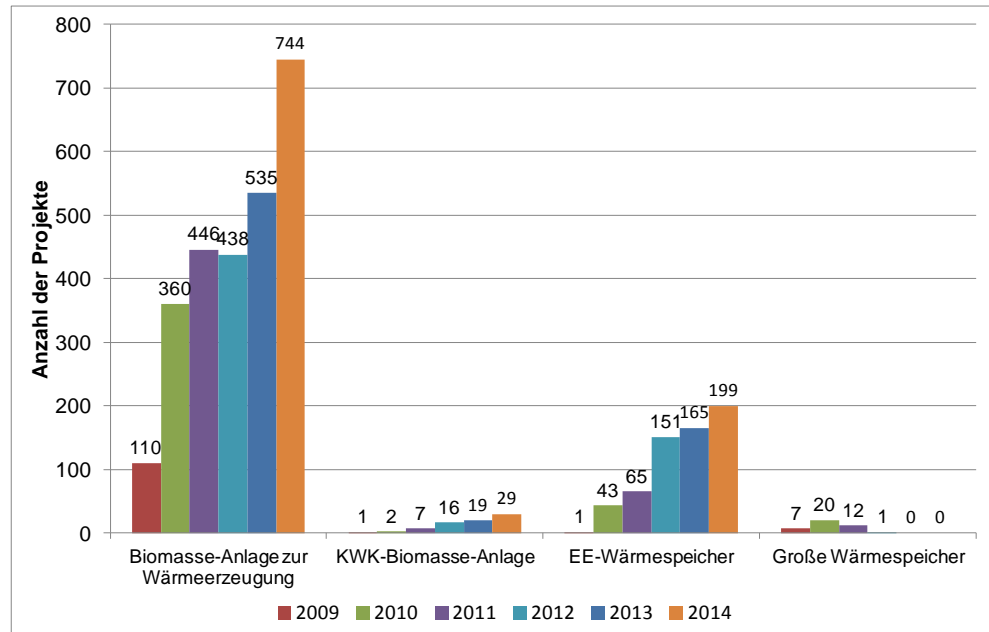
Die Auswertungen basieren auf den folgenden Basisdaten:

- Statistik der KfW zu Förderanträgen, Antragszusagen, Wertstellung des Tilgungszuschusses, Inbetriebnahmezeitpunkt sowie weiteren bei der KfW erfassten Projektdaten.
- Auswertung der Anträge auf Tilgungszuschuss, in denen weitere detaillierte technische Angaben abgefragt werden. Die KfW hat Fichtner hierzu Kopien der Anträge derjenigen Anlagen, deren Tilgungszuschuss in 2014 wertgestellt wurde, zur Verfügung gestellt.

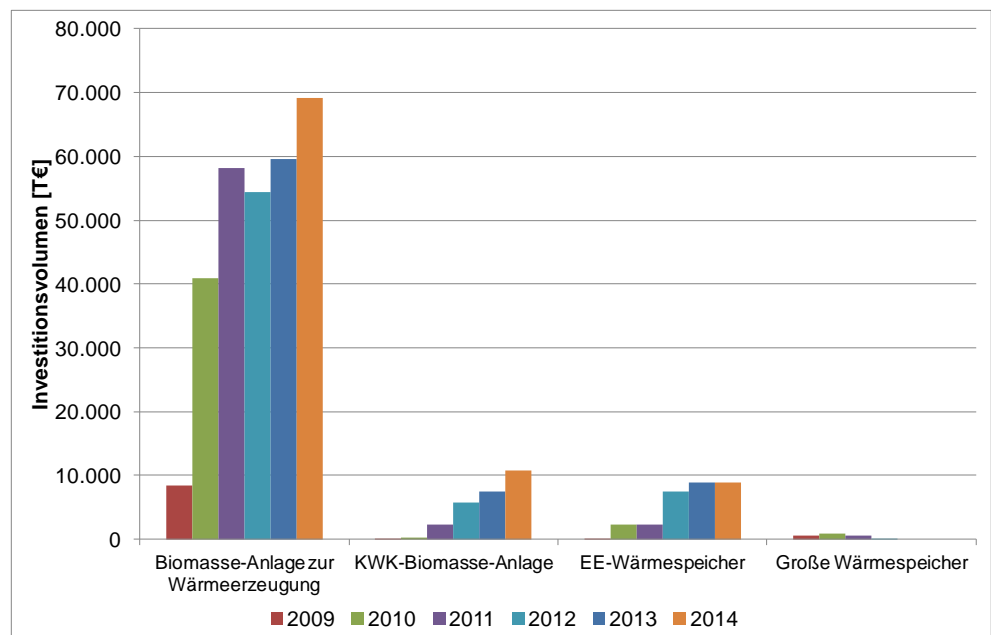
Auf die Unterschiede der beiden Datenbestände und die sich daraus ergebende Methodik für die Auswertung wurde in Kapitel. 1.3.2 des Hauptberichtes hingewiesen.

In Abbildung 2-1 ist die Entwicklung der Inbetriebnahmen für die unterschiedlichen Anlagentypen (Wärmeerzeugung, KWK-Anlagen und Wärmespeicher) wiedergegeben. Im Jahr 2014 hat es hier noch einmal einen deutlichen Zuwachs im Bereich der Biomasse-Wärmeerzeugung um ca. 39 % gegeben. Insgesamt folgt hieraus, dass hier weiterhin ein konstant hohes Interesse an dieser Technologie besteht sowie auch eine konsolidierte Nachfrage besteht. Die Wärmespeicher weisen weiterhin ein hohes Niveau auf und sind in 2014 um ca. 21 % zum Vorjahr gestiegen; die Steigerung ist jedoch

niedriger als die der Biomasseanlagen insgesamt. Die Speicher werden im Zusammenhang mit Biomasseanlagen, mit Biogas-BHKW-Anlagen und Wärmenetzen eingesetzt. Aufgrund einer Änderung im Fördertatbestand im Jahr 2011 wird zwischen EE-Wärmespeichern (ab 2011) und Großen Wärmespeichern (2008-2010) unterschieden. Es ist zu erwarten, dass in den nächsten Jahren nur noch EE-Wärmespeicher in Betrieb genommen werden.



**Abbildung 2-1: Inbetriebnahmen von Anlagen seit 2009
(Basis: Wertstellung des Tilgungszuschusses)**



**Abbildung 2-2: Entwicklung des Investitionsvolumens von in Betrieb
genommenen Wärmenetzen seit 2009
(Basis: Wertstellung des Tilgungszuschusses)**

Die in Abbildung 2-2 wiedergegebene Entwicklung der Investitionsvolumina verläuft erwartungsgemäß analog zur Entwicklung der Gesamtzahl der errichteten Anlagen. Der im Vergleich zu den Anlagenzahlen geringere Anstieg deutet auf eine stärkere Zunahme bei den kleineren Anlagen bzw. eine Abnahme bei den Investitionskosten hin.

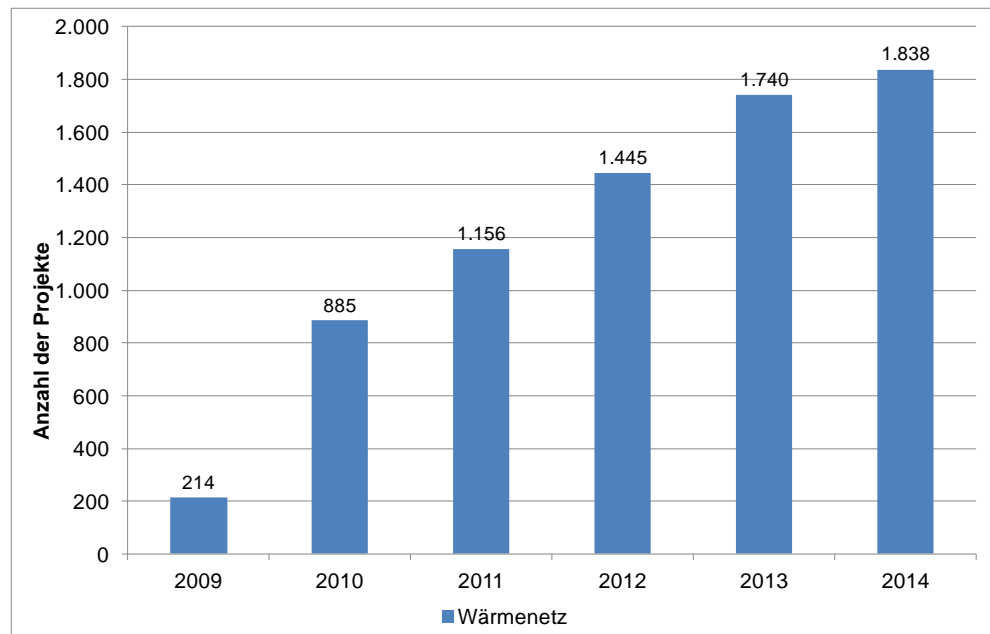


Abbildung 2-3: Entwicklung der Inbetriebnahmen von Wärmenetzen seit 2009 (Basis: Wertstellung des Tilgungszuschusses)

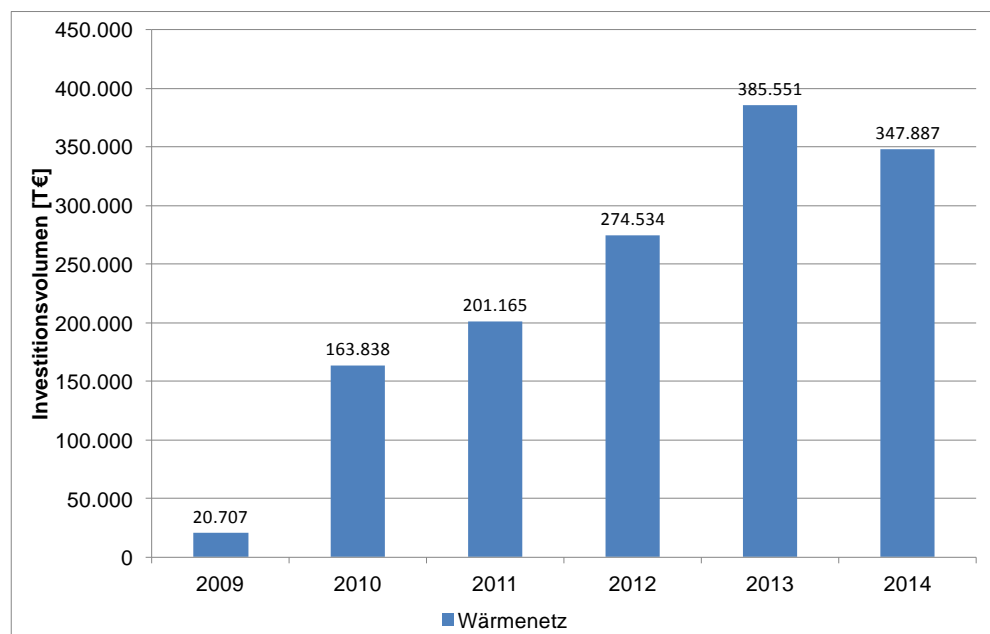


Abbildung 2-4: Entwicklung des Investitionsvolumens von in Betrieb genommenen Wärmenetzen seit 2009 (Basis Wertstellung des Tilgungszuschusses)

Im Vergleich zum deutlichen Anstieg der Anlagenzahlen bei den Biomasseanlagen ist die Entwicklung bei den Wärmenetzen deutlich gedämpft. Die Zuwachsraten betrugen in den letzten Jahren zwischen 2010 und 2012 jeweils ca. 30 %. Im hier betrachteten Jahr 2014 stieg die Anzahl der Wärmenetze lediglich um 5 % an.

Wie zu erwarten verlief die Entwicklung des Investitionsvolumens (Abbildung 2-4) in den vergangenen Jahren nahezu parallel zur Anzahl. In 2014 dagegen ging das Investitionsvolumen trotz eines Anstiegs der Anlagen um 5 % um mehr als 10 % zurück. Auf die möglichen Ursachen wird in den nächsten Kapiteln im Rahmen der Detailauswertungen eingegangen.

2.1 Große Biomasseanlagen

Bei der regionalen Verteilung der Anlagen zeigt sich, dass der Schwerpunkt der Investitionstätigkeit bei großen Biomasseanlagen zur Wärmeenergie weiterhin in Bayern liegt, wobei der Abstand zu den nachfolgenden Bundesländern sehr hoch ist. Der Schwerpunkt in Bayern spiegelt die Bedeutung Bayern als Bundesland mit der größten Waldfläche insgesamt wieder, 2,6 Mio. ha im Vergleich zum zweitplatzierten Land Baden-Württemberg. Hinzu kommt der sehr hohe Anteil an Privatwald. Der Privatwaldbesitz entspricht der gesamten Waldfläche in Baden-Württemberg (1,3 Mio. ha). In Bayern besteht somit ein hohes Holzaufkommen. Hinzu kommt der Faktor als Flächenland mit einer Siedlungsstreuung, so dass Holz auch immer lokal ohne große Transportaufwendungen verfügbar ist.

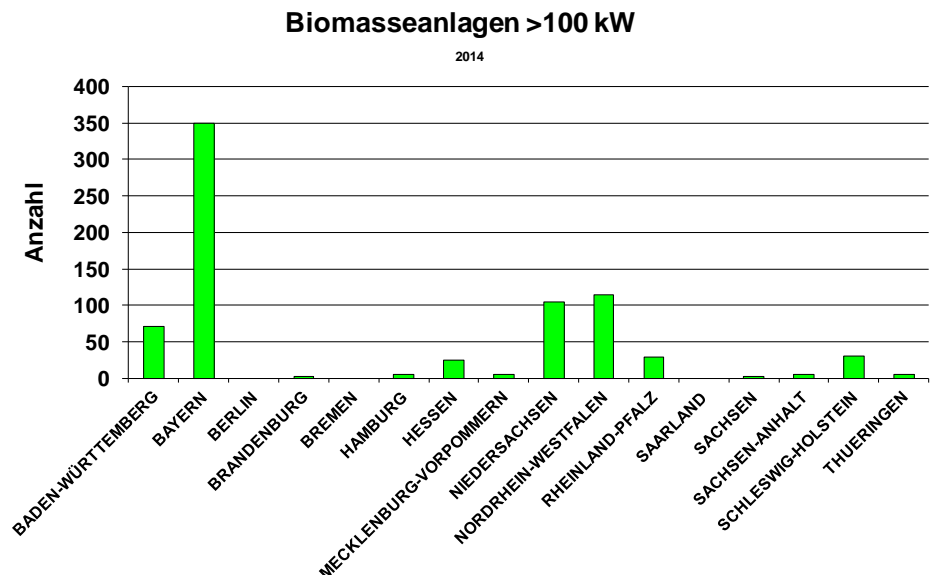


Abbildung 2-5: In Betrieb genommene Anlagen nach Bundesländern (Basis: Wertstellung des Tilgungszuschusses)

In Bayern wurden knapp die Hälfte aller Anlagen (47 %) in Betrieb genommen, während in den danach platzierten Ländern Baden-Württemberg (9 %), Niedersachsen (14 %) und Nordrhein-Westfalen

(15 %) der Anlagen in Betrieb genommen wurden. Zusammen wurden in diesen Ländern 86 % aller Anlagen installiert.

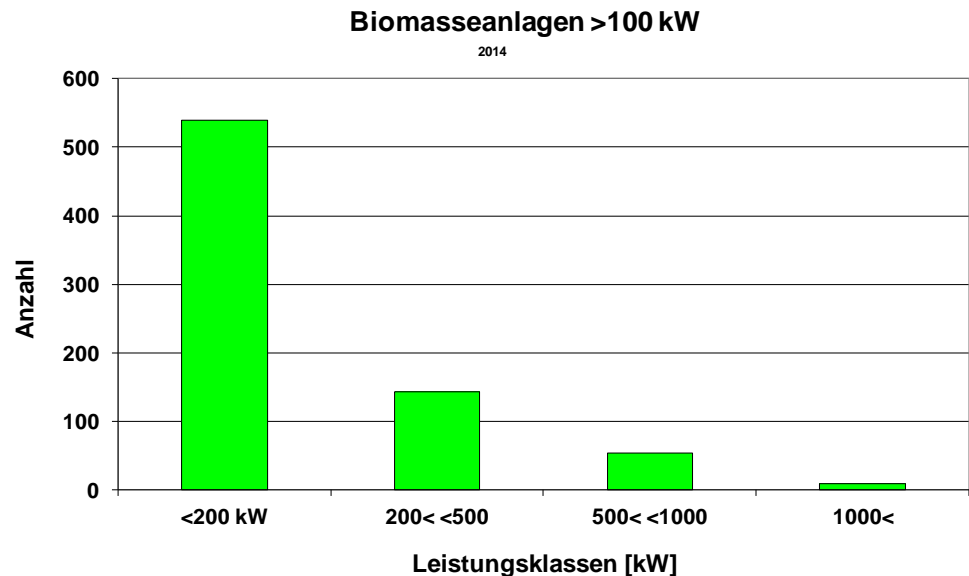


Abbildung 2-6: In Betrieb genommene Anlagen nach Leistungsklassen (Basis: Wertstellung des Tilgungszuschusses)

Die insgesamt installierte Leistung, wie auch das Investitionsvolumen, verteilen sich erwartungsgemäß auf die unterschiedlichen Leistungsklassen (Abbildung 2-7, Abbildung 2-8).

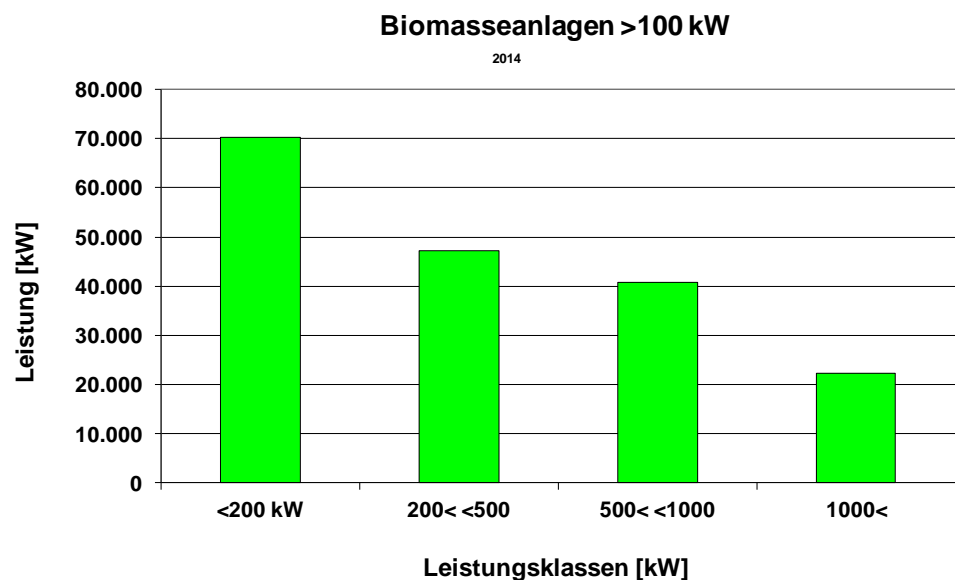


Abbildung 2-7: Installierte Leistung nach Leistungsklassen (Basis: Wertstellung des Tilgungszuschusses)

Die Verteilung der Anlagen auf die Leistungsklassen zeigt weiterhin einen deutlichen Schwerpunkt bei den kleineren Anlagen im Bereich zwischen 100 und 200 kW. In diesen Bereich gehören ca. 72 % aller Anlagen, während die Anlagen größer als 1000 kW einen Anteil von unter 2 % repräsentieren.

Im Leistungsbereich der großen Biomasseanlagen mit mehr als 100 kW dominieren eindeutig die Holzhackschnitzel als Brennstoff. Holzhackschnitzel sind zu niedrigeren Preisen verfügbar, haben allerdings einen deutlich höheren Logistikaufwand, sodass der Preisvorteil erst bei größeren Anlagen zum Tragen kommt. Hinzu kommt, dass Anlagen mit mehr als 100 kW bevorzugt in Liegenschaften und größeren Gebäuden bzw. im Rahmen von Wärmenetzen eingesetzt werden, wo eine regelmäßige Anlagenbeobachtung durch vorhandenes Personal möglich ist.

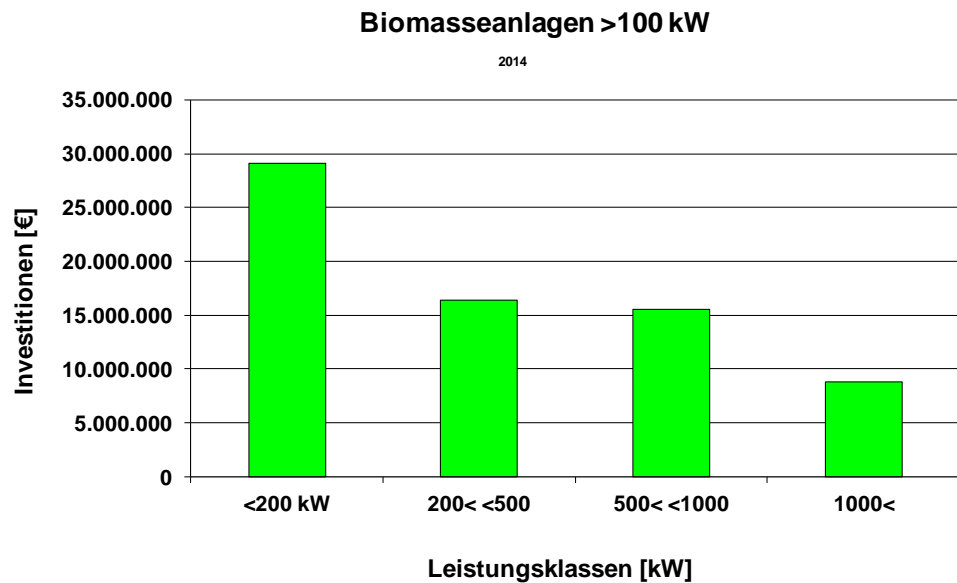


Abbildung 2-8: Investitionsvolumen nach Leistungsklassen
(Basis: Wertstellung des Tilgungszuschusses)

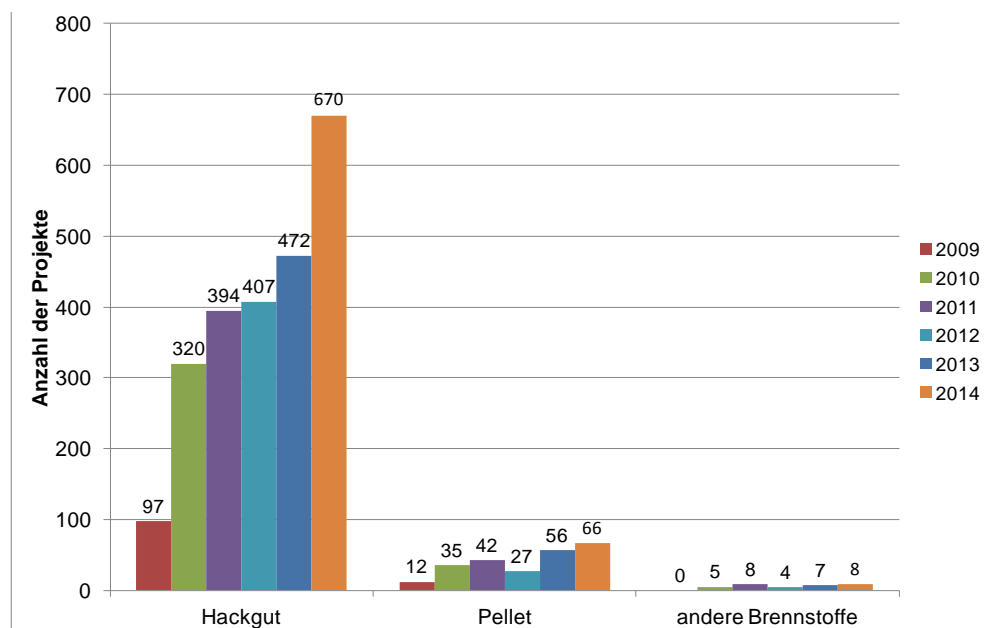


Abbildung 2-9: In Anlagen eingesetzte Brennstoffe
(Basis: Wertstellung des Tilgungszuschusses)

2.1.1 Innovationsboni

Gemäß MAP-Richtlinie können für große Biomasseanlagen die folgenden Innovationsboni beantragt werden.

- Installation eines Pufferspeichers mit mind. 30 l/kW
- Reduktion der Staubemissionen auf 15 mg/m³

Diese beiden Boni werden derzeit sehr unterschiedlich in Anspruch genommen.

Große Biomasseanlagen mit Pufferspeicher

Der überwiegende Anteil (70 %) der Anlagen wird in Verbindung mit einem Pufferspeicher gebaut. Weitere 8 % der Anlagen werden in Verbindung mit einem großen Wärmespeicher errichtet, häufig auch in Kombination mit einem Wärmenetz. Da aus den Antragsunterlagen nicht hervorgeht, in welches Anlagensystem sie integriert werden, kann aus dem Fehlen des Pufferspeichers nicht grundsätzlich auf einen unwirtschaftlicheren Betrieb geschlossen werden.

Große Biomasseanlagen mit Staubminderungsmaßnahmen

Es wird derzeit erst ein kleiner Anteil der Anlagen mit zusätzlichen Staubminderungsmaßnahmen ausgestattet, um die Staubemissionen auf 15 mg/m³ zu begrenzen. Eine Ursache für den geringen Anteil dürfte auch in der geringen Angebotspalette für derartige Anlagen begründet sein. Im Jahr 2014 waren 34 % der Anlagen mit zusätzlichen Maßnahmen ausgerüstet. Dies entspricht einer Steigerung um 12 % im Vergleich zum Vorjahr. Es wird erwartet, dass sich die Situation mit den aktuellen Anforderungen der 1. BImSchV, die ab dem 01.01.2015 für alle hier relevanten Anlagen einen Staubemissionsgrenzwert von 20 mg/m³ vorschreibt, mit einem weiteren Zuwachs ändern wird.

2.1.2 Errichtung im Zusammenhang mit anderen Anlagen

Große Biomasseanlagen werden überwiegend, d.h. zu ca. 66 % im Zusammenhang mit der Errichtung eines Wärmenetzes beantragt und gebaut. Dieser Anteil ist wie auch schon in den vergangenen Jahren (2013 ca. 70 %) bemerkenswert hoch. Dies gilt insbesondere, wenn man die Verteilung der Anlagenzahlen nach Leistungsklassen, vgl. Abbildung 2-6, berücksichtigt, wonach der überwiegende Teil der Anlagen (ca. 72 %) eine Leistung von weniger als 200 kW aufweist. Es handelt sich somit um eher kleine Netze.

2.2 Wärmenetze

Die folgende Auswertung basiert ausschließlich auf Daten, die sich aus den Anträgen auf Tilgungszuschuss ergeben. Es erfolgt keine Hochrechnung auf die Gesamtheit aller Netze, um die Aussagekraft

nicht zu verzerren. Die Anzahl der Netze unterscheidet sich von der KfW-Statistik, da dort die Daten zur Inbetriebnahme berücksichtigt werden.

Die in der folgenden Tabelle 2-1 wiedergegebenen Daten zeigen sehr deutlich die heterogene Struktur der geförderten Wärmenetze im Hinblick auf die Größe der Wärmenetze. Hierzu wurden die Daten in Abhängigkeit von der Anzahl der Abnehmer in 6 Gruppen zusammengefasst. Der eindeutige Schwerpunkt liegt, wie auch schon in den vergangenen Jahren, bei kleinen bis sehr kleinen Netzen. Über 65 % der Netze haben weniger als fünf Abnehmer und versorgen somit nur das unmittelbare Umfeld des Anlagenstandortes. Hierbei ist auch zu berücksichtigen, dass sich die Anzahl der Abnehmer auf die Anzahl der installierten Hausübergabestationen bezieht, die angeschlossen sind. Hier kann es sich somit auch um die Versorgung von mehreren Gebäuden des gleichen Eigentümers bzw. auf einem einheitlichen Betriebsgelände handeln.

Tabelle 2-1: Strukturdaten der Wärmenetze insgesamt, sofern Angaben zu Abnehmern vorhanden

		Abnehmergruppen					
		weniger als 5	5 und weniger als 10	10 und weniger als 20	20 und weniger als 50	50 und mehr	Summe
Anzahl	[]	1334	350	164	130	64	2042
Netzlänge	[m]	262,202	218,556	187,295	280,493	353,654	1,302,201
Hausanschlüsse	[]	3,011	2,266	2,208	3,954	5,640	17,079
Gesamtinvestition	[T€]	59,914	45,343	42,875	82,121	140,616	370,867
Invest. Netze	[T€]	36,503	30,712	30,398	57,824	102,921	258,359
davon für Hauptleitungen	[T€]	27,047	20,808	20,261	42,381	61,846	172,343
Invest. Heizzentrale, Gebäude	[T€]	11,631	6,168	4,179	11,215	17,361	50,554
Invest. Übergabestationen	[T€]	11,779	8,463	8,297	13,082	20,333	61,955
							Mittelwert
mittlere Anzahl HA	[HA]	2.3	6.5	13.5	30.4	88.1	8.4
mittlere Netzlänge	[m/Netz]	197	624	1,142	2,158	5,526	638
Netzlänge je HA	[m/HA]	87	96	85	71	63	76
spez. Invest. Netz	[€/m]	139	141	162	206	291	198
spez. Invest. Hausanschlüsse	[€/m]	3900	3700	3800	3300	3600	3600

Die Anzahl der Wärmenetze auf der Basis Biogas stagniert im Jahr 2014 weiter. Der Anteil beträgt derzeit 36 % (Tabelle 2-2). Unter Berücksichtigung des theoretischen Potenzials aller Biogasanlagen in der Bundesrepublik (ca. 8.000) beträgt der Anteil der Anlagen mit einer Ankopplung an ein Wärmenetz derzeit ca. 40 % (2013 ca. 30 %). Hier besteht also noch ein theoretisches Potenzial für weitere Ankopplungen an Wärmenetze, auch wenn eine größere Anzahl der Anlagen bereits als KWK-Anlage ohne Wärmenetz arbeitet. Eine Abschätzung, wie hoch der Anteil der Biogasanlagen ist, die für eine Ankopplung an ein Wärmenetz noch infrage kommen, ist aufgrund der fehlenden detaillierten Standortinformationen nicht möglich. Viele Biogasanlagen befinden sich eher im Außenbereich der Orte, sodass hier auch wieder eher kleinräumige Nutzungsmög-

lichkeiten im Vordergrund stehen. Aufgrund der stagnierenden Anzahl der Inbetriebnahmen ist zu erwarten, dass in den nächsten Jahren eher mit einer Abnahme zu rechnen ist.

Tabelle 2-2: Brennstoffbasis bei der Versorgung der Wärmenetze 2009 - 2014 einschließlich Mehrfachnennungen

Wärmenetz (Brennstoff)					
Jahr	Gesamt	Holz	Biogas	Keine Angabe	Sonstige
2014	2066	1210	743	25	88
2013	1508	698	738	68	4
2012	1.271	500	744	14	13
2011	981	448	428	28	77
2010	1.817	488	278	21	49
2009	1.058	201	273	0	584

Eine Konkurrenzsituation zur Förderung von Wärmenetzen im KWKG ist nicht zuletzt auch aufgrund der Anforderungen des KWKG nur in Ausnahmefällen gegeben. Im KWKG ist der spezifische Förderbetrag mit 100 €/m höher, gleichzeitig jedoch auf maximal 40 % der ansatzfähigen Investitions-kosten begrenzt. Hieraus ergibt sich nur bei hohen spezifischen Investitionen ein Förderbetrag oberhalb der Fördersätze im MAP. Das KWKG unterscheidet auch nicht zwischen der Versorgung von Neubauten und Bestandsgebäuden. In jedem Fall wird jedoch gefordert, dass mindestens eine Abnahmestelle nicht im Eigentum des Netzbetreibers steht.

Wärmenetze mit Biogas als Brennstoff

In Tabelle 2-3 wird speziell die Struktur der Wärmenetze mit Biogasanlagen im Hinblick auf die Anzahl der Hausübergabestationen dargestellt. Es gibt keine signifikanten strukturellen Unterschiede zwischen den mit Biogas versorgten Netzen und der Gesamtheit aller Netze. Der Anteil der sehr kleinen Netze ist etwas geringer als bei der Gesamtheit aller Wärmenetze.

Tabelle 2-3: Strukturdaten der Wärmenetze, die auf der Basis Biogas versorgt werden (2014)

Struktur [Abnehmer]	Anzahl der Wärmenetze	Anteile [%]
alle Netze	743	36,0
x < 5	300	14,5
5 ≤ x < 10	186	9,0
10 ≤ x < 20	110	5,3
20 ≤ x < 50	105	5,1
x > 50	41	2,0

Netzverluste

Wie auch in den vergangenen Jahren zeigt sich, dass die Antragsteller in vielen Fällen inkonsistente Angaben machen. Dies trifft insbesondere für die Angaben zu den Netzverlusten zu.

Die Auswertung der Angaben zu den Netzverlusten (Tabelle 2-4) zeigt, dass hier immer noch Angaben gemacht werden, die aus Sicht der Gutachter nicht plausibel und deutlich zu niedrig sind. Dies gilt insbesondere, da es sich um kleine Netze handelt, bei denen der Gleichzeitigkeitsfaktor eher hoch ist. 55 % Prozent der Antragsteller geben an, dass die Netzverluste unter zehn Prozent liegen. Wie bereits in den vergangenen Jahren aufgezeigt, ist hier von deutlich höheren Verlusten zu auszugehen. Hier bleibt weiterhin abzuwarten, ob die eingeführte Checkliste, über die die Antragsteller auf wesentliche Aspekte hingewiesen werden, ihre Wirkung entfaltet. Da insbesondere bei den Netzen die Projekte eine längere Vorlaufzeit haben, werden sich positive Auswirkungen erst in den nächsten Jahren nachweisen lassen.

Die Netzverluste haben in den unterschiedlichen Anlagenkonstellationen eine unterschiedliche Qualität. Bei einer Nachrüstung von bestehenden Biogas-BHKW-Anlagen mit einem Wärmenetz wird in jedem Fall ein höherer Energienutzungsgrad erreicht. Die Netzverluste können daher im Vergleich zum vorhergehenden Zustand akzeptiert werden. Bei neuen Biogas-BHKW-Anlagen, die im Rahmen des EEG als KWK-Anlagen betrieben werden, ist der Nachweis der hohen Effizienz bis zum Einspeisepunkt gewährleistet. Die Netzverluste wirken sich aber in jedem Fall auf den Energienutzungsgrad des Gesamtsystems aus und können auch die langfristige Wirtschaftlichkeit der Anlage beeinflussen. Bei allen mit Biomasse betriebenen Wärmenetzen wirken sich zu hohe Netzverluste in zweierlei Hinsicht negativ aus. Die Netzverluste reduzieren den Energienutzungsgrad des Gesamtsystemes und haben somit unmittelbar einen Einfluss auf die Kostenstruktur. Hohe Netzverluste verbunden mit niedrigem Energienutzungsgrad führen auch zu einem ineffizienten Umgang mit der Ressource Biomasse.

Tabelle 2-4: Angaben zu den Netzverlusten durch die Antragsteller, sofern vorhanden (2014)

ohne Hochrechnung	Netzverluste [%]					
Wärmenetze		$x < 5$	$5 \leq x < 10$	$10 \leq x \leq 15$	$x > 15$	Summe
Anzahl	[]	570	540	446	497	2.053
Anteil	[%]	27,76	26,30	21,72	24,21	100

Rechtsform der Netzbetreiber

Ein weiterer wichtiger Aspekt im Hinblick insbesondere auf den langfristigen Betrieb der Wärmenetze und der sicheren Versorgung der Abnehmer ist die derzeitige Unternehmensstruktur bei den Wärmenetzbetreibern.

Tabelle 2-5 gibt einen Überblick über die Rechtsform der Wärmenetzbetreiber, deren Netze in 2014 in Betrieb gegangen sind. 68 % der Netze konzentrieren sich auf die folgenden Rechtsformen:

- Private Haushalte
- Einzelfirmen
- Gesellschaft bürgerlichen Rechts

Tabelle 2-5: Rechtsform der Antragsteller für Investitionen in Wärmenetze bei denen in 2014 der Tilgungszuschuss für den Kredit wertgestellt wurde

Rechtsform	Anzahl	Anteil
	□	[%]
Aktiengesellschaft (AG)	5	0.3
Eingetragene Genossenschaft (eG)	38	2.0
eingetragener Kaufmann (e.K.)	10	0.5
Eingetragener Verein	6	0.3
Einzelfirma Inland	769	41.2
Gesellschaft bürgerlichen Rechts	263	14.1
Gesellschaft m. beschränkter Haftung (GmbH)	119	6.4
GmbH und Co. KG	318	17.1
Jurist. Person des öffentl. Rechts	5	0.3
Kommanditgesellschaft (KG)	19	1.0
Limited & Co. KG	1	0.1
Offene Handelsgesellschaft (OHG)	2	0.1
Private Haushalte Inland	233	12.5
Stiftung	1	0.1
UG & Co. KG	5	0.3
Unternehmergesellschaft (haftungsbeschränkt)	7	0.4
Verwalt.-Einheit auf Kreis-u. Gemeindeebene	64	3.4
Summe	1865	100

Hierbei ist zu beachten, dass bei diesen Rechtsformen der Betreiber sowohl mit seinem Firmenvermögen als auch mit seinem Privatvermögen haftet.

Es besteht gegebenenfalls ein erhebliches Risiko zum Einen für den Betreiber, da er mit seinem Privatvermögen haftet und zum Anderen für den langfristigen, nachhaltigen Betrieb der Netze und die Versorgung der Abnehmer.

In diesem Zusammenhang wäre es von Interesse zu erfahren, wie sich die Abnehmerstruktur im Detail darstellt. Es ist sicherlich ein Unterschied, ob über das Wärmenetz auf dem Gelände einer Hofstatt mehrere Gebäude versorgt werden oder ob es sich um die Versorgung mehrerer Abnehmer handelt, die ausschließlich in einem Liefere-

ranten - Abnehmer Verhältnis stehen. Aus Sicht der Evaluatoren besteht gerade bei kleinen Netzen, die durch private Initiative errichtet wurden, ein erhöhtes Risiko, dass sie nicht über die gesamte technische Lebensdauer durch den ursprünglichen Investor betrieben werden. Kleine Netze mit bis zu zehn Abnehmern sind auch erheblich höheren Risiken im Fall von Reparaturen ausgesetzt, da hohe Reparaturkosten schnell die Wirtschaftlichkeit der Anlage gefährden können. Vergleichbare Beispiele sind derzeit insbesondere aus dem Bereich kleiner Biomasseheizkraftwerke bekannt, bei denen mehrere Reparaturen aufgrund fehlender Kapitalausstattung der Unternehmen zu Insolvenzen geführt haben.

2.3 Wärmespeicher

In 2014 wurden ausschließlich EE-Wärmespeicher in Betrieb genommen bzw. wertgestellt. Im Jahr 2014 waren dies 229 Wärmespeicher mit einem durchschnittlichen Speichervolumen von 53 m³ und einer mittleren Investition in Höhe von 804,4 €/m³. Dieser Wert ist auch durch einzelne Werte sehr großer Wärmespeicher beeinflusst. Die Anzahl an Wärmespeichern ist im Vergleich zum Vorjahr stark gestiegen (41 %). Die Detailtabelle gibt daher ein realistischeres Bild wieder. Im Vergleich zum Vorjahr hat das mittlere Speichervolumen deutlich abgenommen (92 m³ in 2013) und die mittleren spezifischen Investitionen haben um ca. 40% zugenommen. Als wesentliche Ursache konnte hier die deutlich veränderte Struktur bei den Anträgen identifiziert werden. Es wurden in 2014 deutlich mehr kleinere Speicher installiert, die auch spezifisch deutlich teurer waren und sich in 2014 stärker auf den Durchschnittswert auswirkten. Die Speichervolumina liegen im Bereich von 10 - 1500 m³. Die folgende Tabelle 2-6 gibt einen Überblick über die Anzahl der Speicher, die mittleren Volumina und die mittleren Investitionen in Abhängigkeit von den Größenklassen wieder. Die Verteilung der Speicher ist vergleichbar der Verteilung der Wärmenetze nach Abnehmerzahlen, so dass angenommen werden kann, dass große Speicher in allen Netzgrößen eingesetzt werden.

Tabelle 2-6: Strukturdaten der Wärmespeicher

Anzahl []	Speicher- volumen [m ³]	Investitio- nen [t€]	Speicher- volumen [m ³]	mittl. Spei- chervolumen [m ³]	spez. Inv. [€/m ³]	Anteil [%]
229	alle	9,867	12,267	54	804	
52	0 < x < 20	733	619	12	1184	22,3
101	20 ≤ x < 50	3,041	2,783	28	1093	44,1
48	50 ≤ x < 100	2,775	2,862	60	970	21,0
28	x > 100	3,318	6,003	207	553	12,7

Die in Tabelle 2-7 wiedergegebene Entwicklung der Anzahl von großen Speichern zeigt einen Anstieg in diesem Bereich. Die Verteilung

auf die unterschiedlichen Anlagenkombinationen zeigt keine eindeutigen Tendenzen in Bezug auf präferierte Kombinationen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass aus den Antragskonstellationen nur begrenzt auf die tatsächliche Anlagenstruktur geschlossen werden kann. Auffällig ist die große Anzahl von Speichern in Kombination mit einer Biomasse-Anlage zur Wärmeerzeugung, sowie die Anzahl der Wärmespeicher ohne Kombinationen (solo). Hier sind die unterschiedlichsten Kombinationen möglich.

Aus den vorliegenden Unterlagen zum Antrag auf Tilgungszuschuss geht nicht hervor, in welchem Zusammenhang die 65 Speicher installiert wurden, für die ein separater Antrag auf Tilgungszuschuss gestellt wurde. Dies kann sowohl in Zusammenhang mit einem Biogas BHKW wie auch in Zusammenhang mit einer Anlage zu Verfeuerung fester Biomasse erfolgt sein.

Tabelle 2-7: Entwicklung der in Betrieb genommenen Speicher nach Anlagenkombination¹

Große Wärmespeicher	2010	2011	2012	2013	2014
- nur mit Wärmenetz	14	19	45	68	72
- Biomasse-Anlage zur Wärmeerzeugung	22	29	38	38	77
- Solaranlage	3	4	3	6	3
- Biomasse-KWK	0	0	4	1	11
-solo	11	18	26	36	65
- Biogasleitung (unaufbereitetes Biogas)	7	0	20	14	0
-Aufbereitung von Biogas - Biogasleitung	0	0	0	0	2
Summe	57	70	136	163	230

2.4 KWK-Anlagen

Im Jahr 2014 wurden insgesamt dreißig Biomasse-KWK Anlagen in Betrieb genommen, die im Leistungsbereich von 1 - 210 kW elektrisch lagen. Die mittlere Leistung der Anlagen beträgt 50 kW elektrisch. Hierbei handelt es sich je etwa zur Hälfte um Holzvergasungsanlagen und Verbrennungsanlagen. Siebzehn Anlagen wurden in Zusammenhang mit einem Wärmenetz errichtet, davon wiederum zehn Anlagen mit einem „Großen Wärmespeicher“. Für die übrigen Anlagen liegen keine Informationen vor, ob sie in ein bestehendes Wärmenetz integriert wurden oder ob sie als Einzelanlage betrieben werden.

Der elektrische Wirkungsgrad der Anlagen, es handelt sich in der Regel um Gasmotoren, die mit dem Gas aus dem Holzvergaser betrieben werden, liegt zwischen 23 % und 48 %. Zusammen mit der

¹ Summe aufgrund von Mehrfachkombinationen leicht abweichend

Wärmenutzung werden Energienutzungsgrade von 74 bis 95 % angegeben, wobei es sich um Auslegungsdaten handelt. Aus diesen Auslegungsdaten lässt sich auf eine installierte Wärmeleistung der Anlagen von ca. 2.640 kW schließen.

3. Marktentwicklung

3.1 Wachstum der Märkte

3.1.1 Große Biomasseanlagen

Die Zahl der in den vergangenen Jahren in Betrieb gegangenen Anlagen steigt kontinuierlich weiter an. Dies zeigt deutlich, dass sich hier ein eigenständiger Markt etabliert hat, der eine gewisse Konstanz hat. Die Förderung hat somit eine nachhaltige Marktentwicklung angestoßen. Da es sich bei den hier betrachteten Anlagen, insbesondere bei den größeren Anlagen um signifikante Investitionen handelt, bei denen auch die Wirtschaftlichkeit eine wesentliche Rolle spielt, ist diese Entwicklung besonders positiv zu bewerten. Die weiterhin hohen Zahlen zeigen auch, wie wichtig konstante Förderrahmenbedingungen sind.

66 % der Biomasseanlagen wurden in Verbindung mit einem Wärmenetz errichtet. Wie die Auswertung der Netzgrößen gezeigt hat, handelt es sich überwiegend um kleine und sehr kleine Netze. Im Jahr 2014 weisen 82 % der Netze weniger als zehn Hausanschlüsse auf (79 % in 2013). Die Anzahl der großen Wärmenetze ist 2014 bemerkenswert gestiegen. Sechzehn von vierundsechzig Netzen mit mehr als 50 Hausanschlüssen weisen zwischen 100 - 280 Hausanschlüsse auf.

Über die aktuell wie auch über die in der Vergangenheit geförderten Biomasseanlagen, die in Kombination mit einem Wärmenetz errichtet bzw. betrieben werden, liegen keine Informationen über die Nachhaltigkeit und die Wirtschaftlichkeit des Betriebes vor. An dieser Stelle wäre es mittelfristig wünschenswert, Informationen über die Motivation für die Investition, den längerfristigen Betrieb und dessen Nachhaltigkeit zu sammeln. Dies gilt insbesondere auch unter Berücksichtigung anderer Anforderungen, z. B. des EEWärmeG und des EWärmeG in Baden-Württemberg, mit ihren Anreizwirkungen. Hier ist abzuwägen, ob diese Anforderungen in vergleichbarem Ausmaß, wie das MAP den Ausbau fördern.

In den nächsten Jahren werden sich die Anforderungen der 1. BImSchV im Hinblick auf die zulässigen Emissionen an Staub auf den Markt der großen Biomasseanlagen auswirken. Derzeit werden ca. ein Drittel der Anlagen mit Entstaubungseinrichtungen auf der Basis des Innovationsbonus gefördert. Die zukünftigen Anforderungen der 1. BImSchV liegen mit 20 mg/m³ sehr nahe an den Anforder-

rungen für den Innovationsbonus 15 mg/m³. Es ist hier zu erwarten, dass der Innovationsbonus verstärkt in Anspruch genommen wird, um die Mehrkosten für die Entstaubungseinrichtungen zu kompensieren. Es stellt sich aber mittelfristig die Frage, ob die im Vergleich zur Vergangenheit deutlich geringere Verbesserung bei den Emissionswerten den Innovationsbonus in gleicher Höhe rechtfertigt.

Derzeit ist auch nicht absehbar, ob die erhöhten Anforderungen an die Staubemissionen aufgrund der benötigten Entstaubungseinrichtungen zu kurzfristigen Lieferengpässen führen können.

3.1.2 Wärmenetze

Die Anzahl der realisierten Netze ist im Jahr 2014 im Vergleich zu den Vorjahren nur moderat gestiegen. Ein wesentlicher Anteil dieser Netze (ca. 36 %) wurde in Verbindung mit BHKWs und Einsatz von Biogas realisiert. Auch für diese Netze liegen keine Informationen über die Effizienz im Betrieb vor. Es muss hier unterschieden werden, zwischen den mit einer Wärmenutzung und einem Wärmenetz nachgerüsteten Biogas BHKWs und den in Kombination mit einer Biomasseanlage zur Wärmeherzeugung errichteten Wärmenetzen.

Bei den nachgerüsteten Biogas BHKW-Anlagen findet, auch bei ungünstig ausgelegten und eventuell mit hohen Verlusten betriebenen Wärmenetzen, eine Verbesserung des Energienutzungsgrades statt, da die Anlagen die Wärme in der Vergangenheit direkt an die Umgebung abgegeben haben. Bei neu gebauten und mit einer Wärmenutzung ausgestatteten Biogasanlagen ist die Effizienz der Gesamtanlage auf der Basis der Anforderungen des EEG und der erforderliche Nachweis im Grundsatz gegeben.

Für die Biomasseanlagen zur Wärmeherzeugung in Kombination mit Wärmenetzen ist die Situation komplexer. Hier steht die Gesamteffizienz des Systems einschließlich der Netzverluste in Konkurrenz zu Einzelanlagen, gegebenenfalls auch auf der Basis von Biomasse. Hier wäre es wünschenswert zu prüfen, ob die begrenzte Ressource Holz hier im Wärmemarkt mit der größtmöglichen Effizienz zum Einsatz kommt.

3.1.3 Wärmespeicher

Bei den großen Wärmespeichern ist die Anzahl der Installationen deutlich angestiegen (von 165 auf 199 realisierte Anlagen). Das Wachstum bei den Wärmenetzen auf hohem Niveau und die stark steigenden Zahlen bei den Wärmespeichern zeigen, dass in diesen Bereichen ein deutliches Interesse besteht und der Fördermechanismus weiterhin seine Wirkung entfalten kann.

3.2 Marktstruktur

3.2.1 Große Biomasseanlagen

Die Marktstruktur hat sich in den vergangenen Jahren nicht wesentlich verändert. Die überwiegende Anzahl der geförderten Anlagen wird von auf diesen Markt spezialisierten Unternehmen geliefert.

Nur zu einem geringeren Anteil handelt es sich um etablierte Unternehmen aus dem Bereich der konventionellen Heizkessel. Signifikant bleibt weiterhin die starke Präsenz von Unternehmen aus Österreich, die aus einem starken heimischen Markt kommen. Die aktuellen Zahlen zeigen, dass sich der Markt stabilisiert hat, wobei dies sicherlich auch auf die konstanten Förderbedingungen zurückzuführen ist.

Der Markt dürfte auch weiterhin stark von der Förderung abhängig sein. Wesentlich für die weitere Marktbildung wird daher auch in den nächsten Jahren die Konstanz der Förderung wie auch der Einfluss des EEWärmeG sein. Hier ergeben sich Chancen auch im Aufbau von Nahwärmenetzen, insbesondere in Neubaugebieten. Entscheidend wird jedoch sein, wie konkurrenzfähig diese Lösungen im Vergleich zu den Alternativen des EEWärmeG sein werden. Als direkte Konkurrenz sind die Wärmepumpe, die Nutzung der Solarthermie und der verstärkte Wärmeschutz anzusehen.

Es bleibt jedoch auch festzuhalten, dass die Bereitschaft in entsprechende Anlagen zu investieren, weiterhin lokale Schwerpunkte aufweist, obwohl auch in anderen Bundesländern gute Voraussetzungen bestehen. Eine mögliche Ursache mag in der auch räumlichen Affinität der Lieferanten zu den potenziellen Kunden liegen. Aus Sicht der Evaluationen sollten aber auch in den anderen Bundesländern noch signifikante Potenziale erschließbar sein.

3.2.2 Wärmenetze

Bei den Lieferanten für Rohrleitungen handelt es sich um einige überwiegend überregional agierende Unternehmen, die nicht speziell auf den Markt der Erneuerbaren Energien ausgerichtet sind, sondern in allen Bereichen der Nahwärmeversorgung tätig sind. Hier liegt auch keine Dominanz von Unternehmen aus anderen Ländern vor. Es bleibt festzuhalten, dass diese Unternehmen zumindest im europäischen Raum international tätig sind. Über die Bedeutung des Marktes, der das MAP betrifft, liegen für die einzelnen Unternehmen keine Informationen vor.

3.2.3 Wärmespeicher

Auf der Basis der in den Unterlagen verfügbaren Daten sind keine Aussagen im Hinblick auf diesen Markt möglich. Aufgrund der Anzahl der Anlagen und der Tatsache, dass es sich üblicherweise um Behäl-

ter handelt, wie sie auch für andere Zwecke gefertigt werden, die als Speicher eingesetzt werden, ist davon auszugehen, dass sich hier kein spezieller auf die Anforderungen des MAP hin orientierter Markt entwickelt hat oder entwickeln wird. Hieraus ergibt sich insgesamt, dass es sich bei der MAP-Förderung, wie auch bei der Förderung im KWK um die Reduktion der Investitionskosten geht. Es ist hier nicht zu erwarten, dass das MAP spezielle Anreize bei der Entwicklung von Wärmespeichersystemen entfaltet.

4. Technologischer Standard und Innovation

Im Bereich **großer Biomasseanlagen** hat sich im Jahr 2014 noch einmal eine deutliche Veränderung nach oben ergeben (deutliches Wachstum). Im Bereich der Anlagen oberhalb von 100 kW konzentrieren sich die weiteren Entwicklungen weiterhin auf die Einhaltung der neuen Anforderungen der 1. BImSchV, wobei den Staubemissionen hier die größte Bedeutung zukommt. Dies gilt in gleicher Weise auch für die Möglichkeiten zur Nachrüstung bestehender Anlagen. Es wird ein Übergang zu einer stärker automatisierten Fertigung mit einhergehenden Kostensenkungen erwartet. Diese Effekte ergeben sich auch aus der Marktkonsolidierung unter den Herstellern, da bisher selbst Lieferanten mit großem Marktanteil nur eine vergleichsweise geringe Anzahl von Anlagen fertigen.

Im Bereich der **Wärmenetze** handelt es sich um standardisierte Produkte hinsichtlich der verwendeten Komponenten. Diese finden sich auch in anderen Bereichen der Wärmeverteilung unabhängig von der Nutzung Erneuerbarer Energien. Entwicklungen in diesen Bereichen z. B. verbesserte Verbindungstechnologien und einfachere Handhabung der Materialien lassen sich nicht auf Einflüsse des MAP zurückführen.

Im Bereich der behälterbasierten **Wärmespeicher** handelt es sich um standardisierte Produkte hinsichtlich der verwendeten Komponenten. Hier liegen keine Entwicklungen vor, die auf das MAP zurückzuführen sind.

5. Anlagenwirtschaftlichkeit

5.1 Investitionskostenentwicklung

5.1.1 Große Biomasseanlagen

Ausdrückliches Ziel des MAP ist die Senkung der Investitionskosten durch Förderung und Stabilisierung der Absatzzahlen. Für die Ermittlung der spezifischen Investitionskosten wurden die detaillierten Angaben der Verwendungsnachweise für ausgewertet. In Tabelle 5-1

sind die Kosten für die Kesselanlage im Vergleich der Jahre 2013 und 2014 wiedergegeben. In Tabelle 5-2 sind ab dem Jahr 2013 zusätzlich zu den Kosten für die Kesselanlage auch die Gesamtkosten einschließlich der Baukosten wiedergegeben.

Tabelle 5-1: Spezifische Investitionen für Kesselanlagen auf der Basis der ausgewerteten KfW-Verwendungsnachweise

spez. Inv. Kessel	2013	2014	Veränderung
	[€/kW]	[€/kW]	[%]
<200 kW	371	421	13,43
200< <500	400	351	-12,26
500< <1000	432	386	-10,55
1000 kW <	423	392	-7,43

Tabelle 5-2: Spezifische Investitionen für Biomasseanlagen einschl. Baukosten auf der Basis der ausgewerteten KfW-Verwendungsnachweise

spez. Inv. Kessel + Bau	2013	2014	Veränderung
	[€/kW]	[€/kW]	[%]
<200 kW	448	495	10,54
200< <500	578	440	-23,81
500< <1000	641	504	-21,33
1000<	567	693	22,27

Es zeigt sich keine eindeutige Tendenz. In zwei Leistungskategorien sind die spezifischen Kosten etwas gesunken, in den beiden anderen deutlich gestiegen, wobei hier eine eindeutige Rückführung auf einzelne Ursachen nicht möglich ist.

Mögliche Ursachen sind:

Bei den großen Anlagen stehen jeweils nur Daten über wenige Anlagen zur Verfügung, zudem sind hier die Schwankungsbreiten aufgrund individueller Randbedingungen am größten.

Kostensteigerungen werden durch Hersteller sehr unterschiedlich weitergegeben, wobei hier die Fertigungsauslastung und die allgemeine Nachfrage eine Rolle spielt.

Biomasseanlagen zur Wärmeerzeugung (mit Wärmenetz)

Entsprechend der bereits oben genannten Kriterien und Annahmen ergibt sich die Verteilung der spezifischen Investitionskosten wie in Tabelle 5-3 zusammengefasst. Auffällig sind die hohen spezifischen Investitionen im Bereich des Leistungsbereiches von 500 kW-1000 kW und darüber.

Eine Detailauswertung zeigt, dass im Bereich zwischen 500 kW und 1000 kW 21 % der Anlagen mit deutlich über 1500 €/kW weit über dem Durchschnitt liegen und das Ergebnis signifikant beeinflussen. Die Anlagen oberhalb von 1000 kW weisen ebenfalls eine große Bandbreite auf, die jedoch stark durch lokale Gegebenheiten beein-

flusst werden kann, die sich nicht unmittelbar aus den vorliegenden Unterlagen erschließen.

Tabelle 5-3: Spezifische Investitionen für die Gesamtanlage einschl. Wärmenetz

spez. Inv. Netz inkl. HA. [Euro/kW]	2013	2014	Veränderung
	[€/kW]	[€/kW]	[%]
<200 kW	736	754	2,48
200 kW < <500 kW	1235	837	-32,22
500 kW < <1000 kW	1578	1277	-19,08
1000 kW <	2221	1805	-18,73

5.1.2 Wärmenetze

Die Vorgehensweise für die Ermittlung der spezifischen Investitionen für den Bereich der Wärmenetze ist mit der beschriebenen Vorgehensweise für die Biomasseanlagen identisch. In Tabelle 5-4 sind die spezifischen Investitionen im Bereich der Wärmenetze zusammengefasst. Die Auswertung erfolgte getrennt für unterschiedliche Gesamtleistungen, für die das Netz ausgelegt wurde.

Tabelle 5-4: Spezifische Investitionen für Wärmenetze incl. Hausanschlüsse und Übergabestationen

spez. Inv. Netz inkl. HA. [Euro/kW]	2013	2014	Veränderung
	[€/kW]	[€/kW]	[%]
<200 kW	272	280	3,10
200 kW < <500 kW	555	350	-36,97
500 kW < <1000 kW	780	658	-15,62
≥ 1000 kW	1401	1012	-27,78

Auch hier fallen die Veränderungen deutlich auf, sowohl im Leistungsbereich 200-500 kW wie auch im Leistungsbereich größer 1000 kW handelt es sich um signifikante Veränderungen. Der Leistungsbereich 500-1000 kW zeigt ebenso beachtliche Veränderungen. Die spezifischen Kosten pro Hausanschluss sind im Jahr 2014, bis auf die Netze unter 200 kW, deutlich gesunken. Im Bereich der Anlagen zwischen 200 und 500 kW zeigt sich, dass hier die Bandbreite bei den Investitionen sehr groß ist, sodass auch einzelne Anlagen ein größeres Gewicht erhalten. Im Bereich größer 1000 kW kann sich auch die geringe Fallzahl auswirken. Die Kostenveränderungen in den übrigen Bereichen liegen in einer zu erwartenden Bandbreite.

5.1.3 Wärmespeicher

Die Kostenauswertung für die Wärmespeicher erfolgte analog zu der oben beschriebenen Methodik. Auf dieser Basis ergeben sich mittlere spezifische Investitionskosten von 970 - 2270 €/m³, in Abhängigkeit vom Speichervolumen. Die Details sind in der nachfolgende Ta-

belle 5-5 zusammengefasst. Eine Detailanalyse zeigt, dass insbesondere im Bereich zwischen 20 und 50 m³ die Bandbreite bei den Investitionen sehr hoch ist.

Einzelne Speicher weisen spez. Investitionskosten von über 2000 €/m³ auf. Auf der Basis der vorliegenden Unterlagen lässt sich keine Ursache hierfür ableiten. Denkbar sind hier extrem ungünstige örtliche Verhältnisse, eine unsaubere Trennung der Investitionskosten auf die einzelnen Kostenpositionen oder zu hohe Marktpreise.

Tabelle 5-5: Spezifische Investitionen der Wärmespeicher

Wärmespeicher						
Anzahl	Größe	Investitionen	Speichervolumen	mittl. Speichervolumen	spez. Inv.	Anteil
[]	[m³]	[t€]	[m³]	[m³]	[€/m³]	[%]
229	alle	9.867	12,267	54	804,4	
52	0 < x < 20	733	619	12	1183,8	22,3
101	20 ≤ x < 50	3.041	2,783	28	1092,8	44,1
48	50 ≤ x < 100	2,775	2,862	60	969,7	21,0
28	x > 100	3.318	6,003	207	552,7	12,7

Appendix 3: Fachgutachten zum Fördersegment Solarthermie

Autoren

Christian Budig, Janybek Orozaliev, Felix Pag, Klaus Vajen
IdE Institut dezentrale Energietechnologien gGmbH

1. Einführung

Im Marktanreizprogramm (MAP) können solarthermische Anlagen entweder über das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) oder über die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) gefördert werden. Während das BAFA ausschließlich Investitionszuschüsse vergibt, gewährt die KfW zinsgünstige Darlehen mit Tilgungszuschüssen. Im Folgenden wird das MAP für das Fördersegment Solarthermie hinsichtlich Förderstatistik, Marktentwicklung, technologischer Standard und Innovation sowie Anlagenwirtschaftlichkeit analysiert. Als grundlegende Datenbasis werden die Förderstatistiken von BAFA und KfW verwendet, wobei als zeitlicher Bezug das Datum der Anlageninbetriebnahme gewählt wurde. Die Ermittlung solider Kostendaten erfolgt über eine Stichprobe aus den beim BAFA eingereichten Rechnungsunterlagen.

2. Förderstatistik

2.1 BAFA-Teil

2.1.1 Basisförderung

Im Jahr 2014 wurden 18.774 solarthermische Anlagen errichtet, welche im Rahmen des MAP vom BAFA eine Basisförderung erhalten haben – rund ein Drittel weniger als im Vorjahr. Die errichteten Anlagen dienen ausschließlich zur kombinierten Trinkwarmwasserbereitung und Heizungsunterstützung. Wie in den letzten Jahren sind Anlagen mit Flachkollektoren dominierend, wobei sich der Anteil von Anlagen mit Vakuumröhrenkollektoren seit 2009 (15 %) verdoppelt hat (Tabelle 2-1). Anlagen mit Luftkollektoren, bzw. mit Hybridkollektoren wurden 2014 innerhalb der BAFA-Basisförderung auf dem niedrigen Niveau der Vorjahre errichtet, solche mit Speicherkollektoren kamen nicht zum Einsatz. Über 90 % der innerhalb der BAFA-Basisförderung errichteten Kombianlagen wurden wie in den letzten Jahren auf Einfamilienhäusern errichtet (Tabelle 2-2).

Tabelle 2-1: Anzahl errichteter Kombianlagen mit BAFA-Basisförderung nach Kollektortechnologie 2012-2014 (basierend auf BAFA-Statistik)

	2012		2013		2014	
	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil
Flachkollektor	20.981	75 %	20.410	73 %	12.970	69 %
Röhrenkollektor	6.744	24 %	7.258	26 %	5.584	30 %
Luftkollektor	132	1 %	193	1 %	212	1 %
Hybridkollektor	0	0 %	2	0 %	8	0 %
Raumheizung, gesamt	27.857	100 %	27.863	100 %	18.774	100 %

Tabelle 2-2: Anzahl errichteter Kombianlagen mit BAFA-Basisförderung nach Gebäudeart 2012-2014 (basierend auf BAFA-Statistik)

	2012		2013		2014	
	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil
Einfamilienhaus	25.684	92 %	25.359	91 %	17.462	93 %
Zweifamilienhaus	409	1 %	811	3 %	0	0 %
Mehrfamilienhaus	1.347	5 %	1.334	5 %	1.026	5 %
Sonstige	417	2 %	359	1 %	286	2 %
Raumheizung, gesamt	27.857	100 %	27.863	100 %	18.774	100 %

Über die Hälfte der innerhalb der BAFA-Basisförderung errichteten Kombianlagen erhielten in 2014 zusätzlich eine oder mehrere Bonusförderungen – im Jahr 2013 waren es knapp ein Drittel der Anlagen. Besonders beliebt ist der Solarpumpenbonus, welcher in 80 % aller Fälle mit Bonusförderung gewährt wurde – im Vorjahr waren es noch 44 % (Abbildung 2-1). Diese Steigerung ist auf die europäische ErP-Richtlinie zurückzuführen, welche ab August 2015 vorschreibt, sowohl Stand-alone-Pumpen solarthermischer Anlagen als auch Pumpen in Solarstationen als Hocheffizienzpumpen auszuführen. Mit der Novellierung des MAP im April 2015 ist der Solarpumpenbonus folgerichtig entfallen.

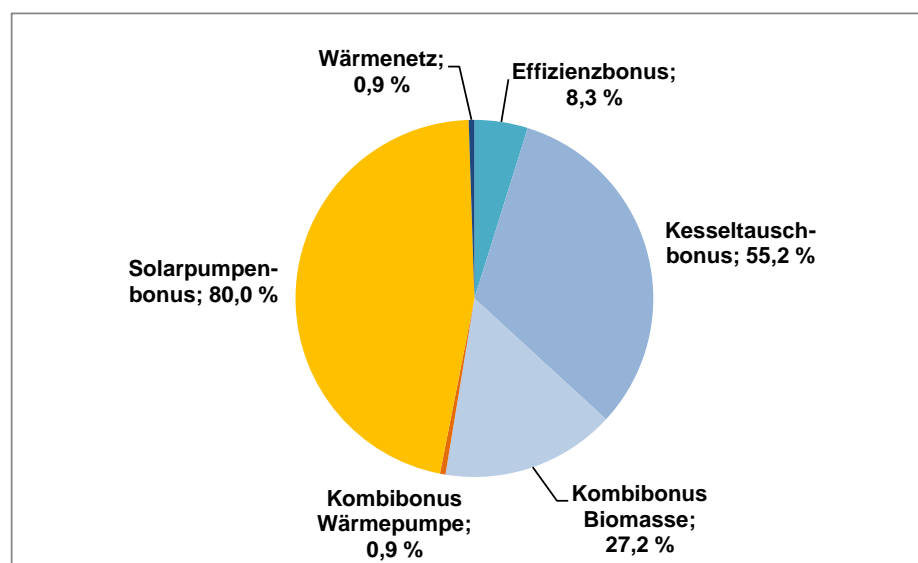


Abbildung 2-1: Anteil unterschiedlicher Bonusarten an der Gesamtzahl der Anlagen, welche 2014 eine BAFA-Bonusförderung erhielten (basierend auf BAFA-Statistik; Da für einzelne Anlagen mehrere Boni in Anspruch genommen werden können, ergibt die Summe mehr als 100 %)

Auf gleichbleibend hohem Niveau wurde der Kesselaustauschbonus in 55 % aller Fälle mit Bonusförderung gewährt. Durch den Kesselaustauschbonus wird der Anreiz gegeben, dass bei einer beabsichtigten Heizungsmodernisierung nicht nur der Heizkessel durch einen Brennwertkessel ersetzt wird, sondern eine effiziente Kombinationslösung mit einer solarthermischen Anlage umgesetzt wird. Ohne den Kesselaustauschbonus wäre die Entscheidung wohl oftmals nicht zugunsten einer solarthermischen Anlage getroffen worden. Gut ein Viertel aller Anlagen mit Bonusförderung erhielten in 2014 den Kombibonus, welcher gewährt wird, falls neben der solarthermischen Anlage eine Biomassenanlage zum Einsatz kommt. Der Kombibonus für die gleichzeitige Installation einer Wärmepumpe sowie der Wärmenetzbonus wurden jeweils mit unter einem Prozent aller Fälle mit Bonusförderung in Anspruch genommen.

Die durchschnittliche Fläche¹ aller mit BAFA-Basisförderung in 2014 errichteten solarthermischen Anlagen liegt bei 11,6 m². Anlagen mit Flachkollektoren haben eine durchschnittliche Größe von 12,1 m² und solche mit Vakuumröhrenkollektoren von 10,8 m². Kombianlagen auf Einfamilienhäusern haben eine durchschnittliche Größe von 11,5 m² und solche auf Mehrfamilienhäusern von 14,0 m². Abbildung 2-2 veranschaulicht die Verteilung der in 2014 innerhalb der BAFA-Basisförderung errichteten solarthermischen Anlagen über die Anlagengröße.

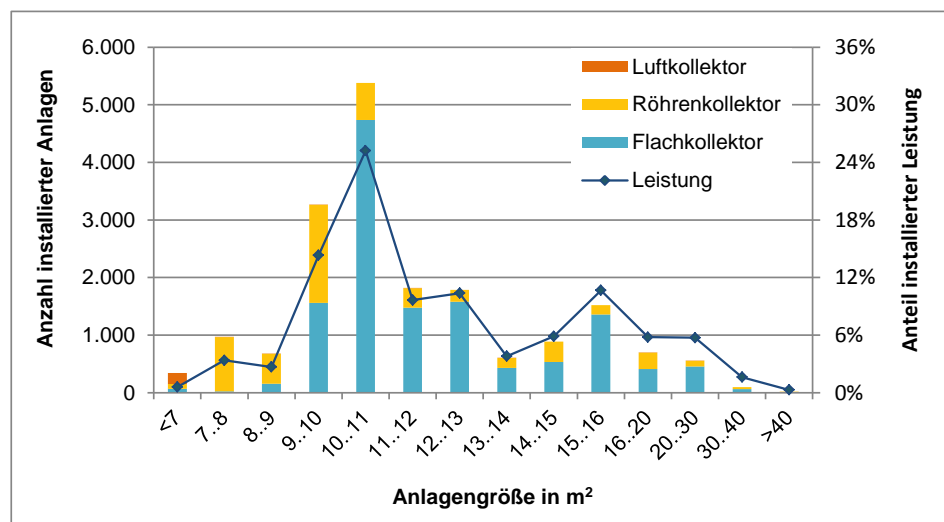


Abbildung 2-2: Verteilung der in 2014 errichteten solarthermischen Anlagen mit BAFA-Basisförderung nach Anlagengröße (basierend auf BAFA-Statistik, n=18.774)

In Abbildung 2-3 sind die Größenverteilungen für die 2012 bis 2014 innerhalb der BAFA-Basisförderung errichteten solarthermischen Flachkollektor-Anlagen aufgetragen. Anlagen unter 9 m² sind Erweiterungen bereits bestehender Anlagen, Neuanlagen sind erst ab einer Größe von 9 m² förderberechtigt. Im betrachteten Zeitraum stieg

¹ Flächenangaben in diesem Bericht beziehen sich auf die Bruttokollektorfläche.

der Anteil errichteter Flachkollektor-Anlagen in den Größenklassen zwischen 9 und 11 m² an, ist für die Größenklassen zwischen 11 und 15 m² nahezu konstant und reduziert sich leicht für die Größenklassen ab 15 m². In Abbildung 2-4 sind die Größenverteilungen für die 2012 bis 2014 innerhalb der BAFA-Basisförderung errichteten solarthermischen Vakuumröhrenkollektor-Anlagen aufgetragen. Im betrachteten Zeitraum reduzierte sich der Anteil errichteter Vakuumröhrenkollektor-Anlagen in den Größenklassen zwischen 7 und 9 m² und stieg in den Größenklassen zwischen 9 und 11 m². Für die restlichen Größenklassen zeigt sich keine einheitliche zeitliche Entwicklung.

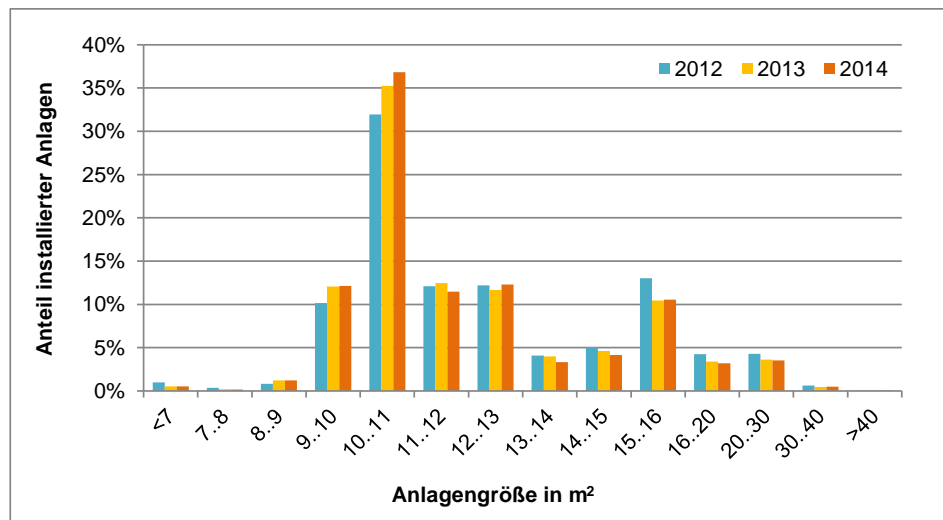


Abbildung 2-3: Verteilung der in 2012, 2013 und 2014 innerhalb der BAFA-Basisförderung errichteten solarthermischen Anlagen mit Flachkollektoren nach Anlagengröße (basierend auf BAFA-Statistik)

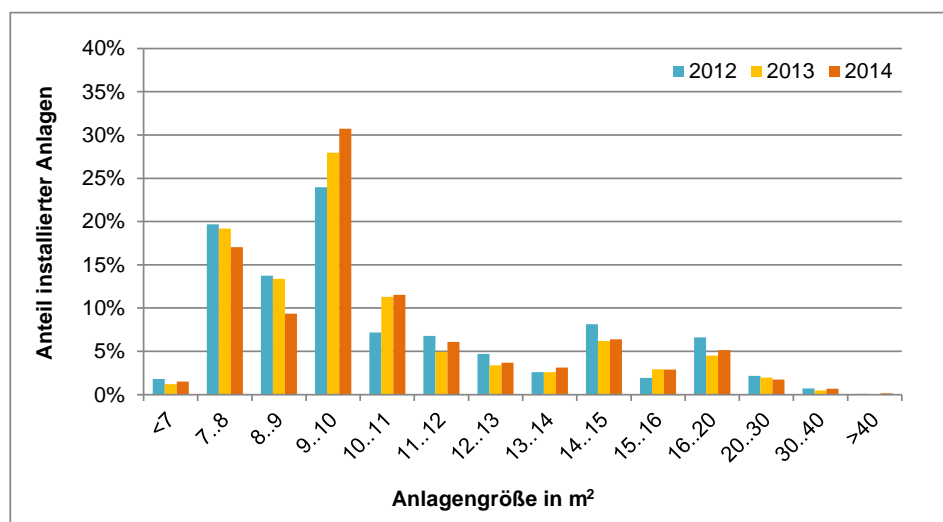


Abbildung 2-4: Verteilung der in 2012, 2013 und 2014 innerhalb der BAFA-Basisförderung errichteten solarthermischen Anlagen mit Vakuumröhrenkollektoren nach Anlagengröße (basierend auf BAFA-Statistik)

Im August 2012 wurde für die kombinierte Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung im Rahmen der BAFA-Basisförderung eine Mindestförderung von 1.500 € eingeführt. 90 % der 2014 errich-

teten Anlagen mit BAFA-Basisförderung weisen Anlagengrößen im Bereich der Mindestförderung auf (Flachkollektor 9..16 m² und Vakuumröhrenkollektor 7..16 m²). Es stellt sich die Frage, ob die eingeführte Mindestförderung zu durchschnittlich kleineren Kollektorflächen führte. In Abbildung 2-5 sind die monatlichen Durchschnittskollektorgößen der innerhalb der BAFA-Basisförderung errichteten Kombianlagen auf Einfamilienhäusern aufgetragen. Es ist ersichtlich, dass seit 2011 (also schon vor der Einführung der Mindestförderung) ein Trend zu kleineren Kollektorflächen existierte, wobei sich dieser seit der Einführung der Mindestförderung um 20 % verstärkt hat. Insbesondere ist bei Flachkollektor-Anlagen ein klar abnehmender Trend bzgl. der Kollektorfeldgröße erkennbar, innerhalb von drei Jahren hat sich die durchschnittlich installierte Kollektorfläche um 0,8 m² reduziert. Es sei angemerkt, dass der Anstieg der durchschnittlich installierten Kollektorfläche im Dezember 2011 nicht durch wenige große Einzelanlagen verursacht wurde. Vielmehr wurden viele kleinere Anlagen mit Kollektorflächen leicht über dem Durchschnitt errichtet.

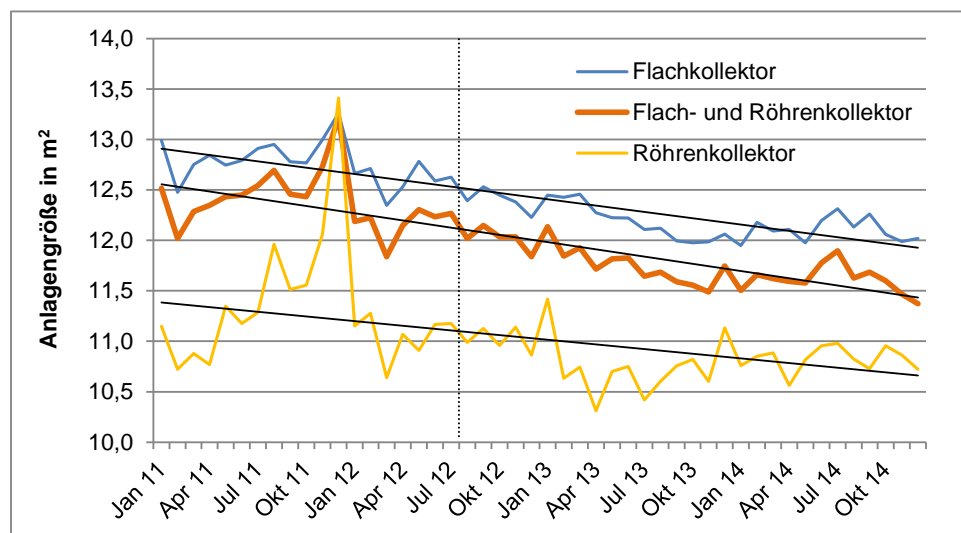


Abbildung 2-5: Entwicklung der mittleren Kollektorfläche innerhalb der BAFA-Basisförderung errichteten Kombianlagen auf Einfamilienhäusern von Januar 2011 bis Dezember 2014 (basierend auf BAFA-Statistik)

Über die BAFA-Basisförderung wurden 2014 solarthermische Anlagen mit einer Gesamtleistung von 153 MW_{th} errichtet – im Vergleich zu 2013 ist dies ein Rückgang der Leistung um 33 % (Tabelle 2-3). Es findet ausschließlich eine kombinierte Trinkwarmwasserbereitung und Heizungsunterstützung in Einfamilienhäusern (92 %), Mehrfamilienhäusern (7 %) sowie sonstigen Gebäudetypen (1 %) statt.

In Abbildung 2-6 ist die regionale Verteilung der in 2014 mittels BAFA-Basisförderung installierten thermischen Leistung auf die einzelnen Bundesländer dargestellt. Knapp die Hälfte der geförderten installierten Leistung wurde in Bayern (26 %) und Baden-Württemberg (22 %) errichtet. Gefolgt von Nordrhein-Westfalen (14 %), Niedersachsen (7 %), Hessen (6 %) und Sachsen (6 %). In

den restlichen Bundesländern sind jeweils weniger als 4 % der geförderten thermischen Leistung installiert. Betrachtet man die installierte Leistung pro 1.000 Einwohner ergibt sich ein etwas homogeneres Bild. Im Bundesdurchschnitt wurden 1,6 kW_{th} pro 1.000 Einwohner installiert, wobei auch hier die Stadtstaaten deutlich unterrepräsentiert sind. Bayern, Baden-Württemberg und Thüringen weisen mit jeweils rund 3 kW_{th} pro 1.000 Einwohner die höchsten spezifischen installierten Leistungen auf.

Tabelle 2-3: Installierte thermische Leistung innerhalb der BAFA-Basisförderung (basierend auf BAFA-Statistik)

Installierte Leistung in kW _{th}			
	2012	2013	2014
Flachkollektor	183.454	173.533	110.059
Röhrenkollektor	52.055	54.264	42.350
Luftkollektor	369	443	516
Hybridkollektor	0	29	77
Raumheizung, gesamt	235.878	228.269	153.003

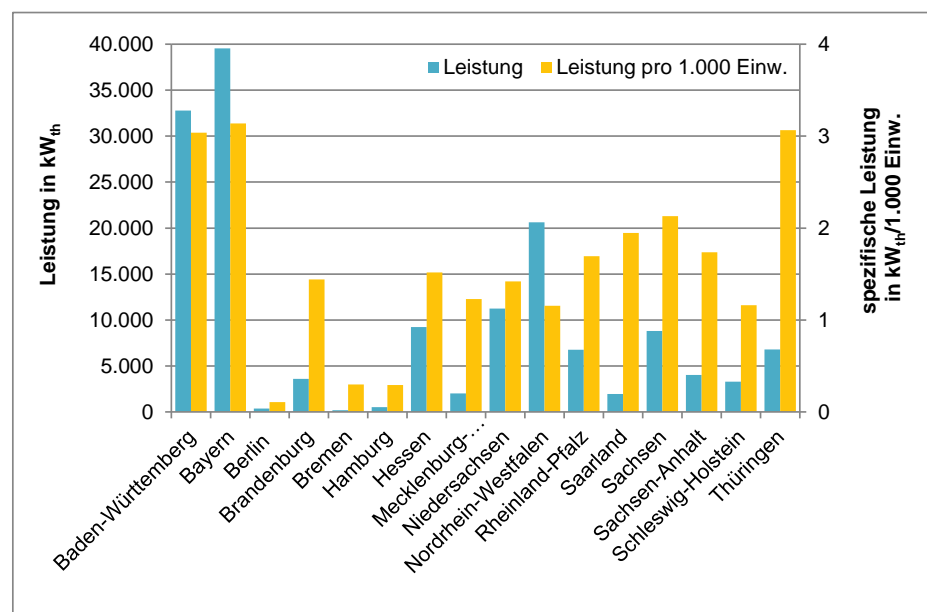


Abbildung 2-6: Verteilung der in 2014 innerhalb der BAFA-Basisförderung errichteten solarthermischen Anlagen nach Bundesländern (basierend auf BAFA-Statistik)

Zur Untersuchung der zeitlichen Entwicklung der regionalen Verteilung wurde in Abbildung 2-7 die prozentuale installierte Leistung (bezogen auf die jeweilige jährlich installierte Leistung) nach den einzelnen Bundesländern aufgetragen. Innerhalb der letzten drei Jahre hat die prozentual installierte Leistung in Bayern leicht abgenommen und in Nordrhein-Westfalen leicht zugenommen. In den weiteren Bundesländern fanden ansonsten keine nennenswerten regionalen Verschiebungen statt.

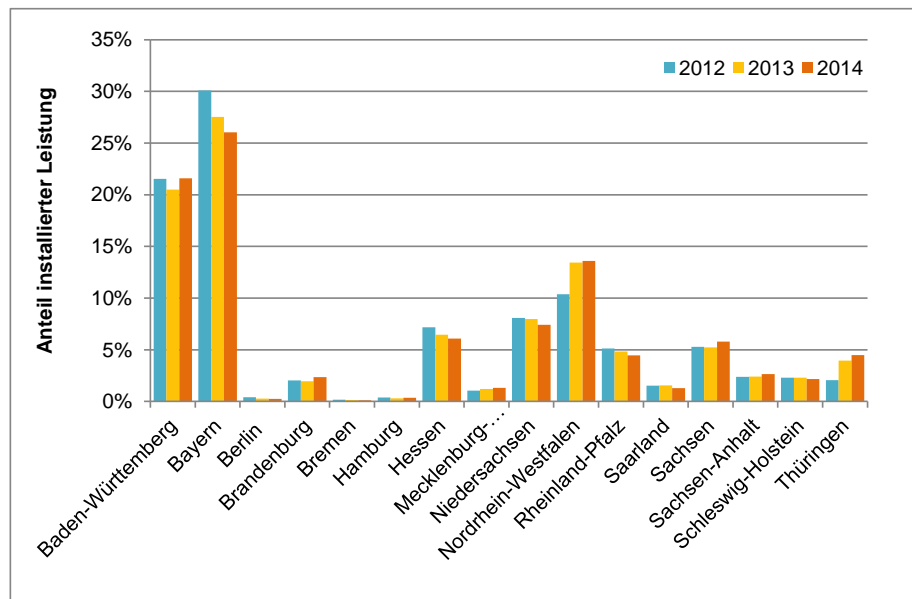


Abbildung 2-7: Verteilung der in 2012, 2013 und 2014 installierten Leistung nach Bundesländern von innerhalb der BAFA-Basisförderung errichteten solarthermischen Anlagen (basierend auf BAFA-Statistik)

Für solarthermische Anlagen betrug die Höhe der durch BAFA-Basisförderung in 2014 getätigten Nettoinvestitionen 152 Mio. €, im Vergleich zum Vorjahr ein Rückgang um 42 %. Dieser Rückgang ist einerseits auf die gesunkenen Installationszahlen (Tabelle 2-1) und andererseits auf eine Kostenreduktion der solaren Nettoinvestitionskosten zurückzuführen (Kapitel 5.1). Es wurden 2014 Fördermittel in Höhe von 33 Mio. € ausgezahlt (Tabelle 2-4), wobei ein Viertel des Förderbetrags auf die Bonusförderung entfällt. Innerhalb der Bonusförderung entfallen 53 % des Förderbetrags auf den Kesselaustauschbonus, 27 % auf den Kombinationsbonus, 12 % auf den Effizienzbonus, 8 % auf den Solarpumpenbonus sowie weniger als 1 % auf den Wärmenetzbonus. Der Förderanteil inkl. des Solarpumpenbonus an den solaren Nettoinvestitionen beträgt 19 %.

Tabelle 2-4: Solare Nettoinvestitionen (korrigiert um Kosten für Heizkessel etc.) und Fördermittel inkl. der Bonusförderung (basierend auf BAFA-Statistik)

in Tsd. €	2012		2013		2014	
	Investitionen	Fördermittel	Investitionen	Fördermittel	Investitionen	Fördermittel
Flachkollektor	208.701	34.358	196.136	36.703	108.069	23.523
Röhrenkollektor	64.846	10.401	65.930	12.650	43.551	9.744
Luftkollektor	349	56	363	65	440	72
Hybridkollektor	0	0	39	5	281	15
Raumheizung, gesamt	274.559	44.925	262.469	49.422	152.343	33.355

Anmerkung: Die angegebenen Nettoinvestitionen (Investitionen ohne Mehrwertsteuer) wurden auf Basis der angegebenen Nettoinvestitionen und dem Ergebnis der Rechnungsauswertung korrigiert und beziehen sich somit nur auf den solarthermischen Anlageanteil².

² Alle Komponenten, welche man ohne solarthermische Anlage nicht gebraucht oder installiert hätte, werden dem solarthermischen Anlageanteil zugeordnet.

2.1.2 Innovationsförderung

Im Jahr 2014 wurden innerhalb der BAFA-Innovationsförderung 779 Anlagen mit einer Leistung von 20,5 MW_{th} errichtet – annähernd so viele wie im Vorjahr (814 Anlagen mit 20,7 MW_{th}). Tabelle 2-5 und Tabelle 2-6 geben aufgeschlüsselt nach dem Verwendungszweck einen Überblick über die Anzahl der mittels BAFA-Innovationsförderung errichteten Anlagen sowie deren thermische Leistung. 88 % der geförderten installierten Leistung wurden in Kombianlagen auf Mehrfamilienhäusern oder Nichtwohngebäuden umgesetzt, 10 % in Anlagen zur Prozesswärmebereitstellung und 2 % in Anlagen zur Trinkwarmwasserbereitung (Mehrfamilienhaus oder Nichtwohngebäude). Die geförderte installierte Leistung von Kombianlagen ist im Vergleich zum Vorjahr um 8 % gesunken und liegt 2014 leicht über dem Wert von 2012. Für Anlagen zur Prozesswärmebereitstellung verdreifachte sich die geförderte installierte Leistung nahezu im Vergleich zum Vorjahr. Seit 2011 sinkt die geförderte installierte Leistung von Anlagen zur Warmwasserbereitstellung stetig. 2014 hat diese sich im Vergleich zum Vorjahr um 16 %, gegenüber 2011 sogar um 76 % reduziert.

Tabelle 2-5: Anzahl errichteter Anlagen mit BAFA-Innovationsförderung 2012-2014 (basierend auf BAFA-Statistik)

Anzahl			
	2012	2013	2014
Raumheizung	848	814	779
Flachkollektor	535	549	572
Röhrenkollektor	311	262	200
Luftkollektor	2	3	7
Warmwasserbereitung	43	15	15
Flachkollektor	42	12	14
Röhrenkollektor	1	3	1
Prozesswärme	18	32	63
Flachkollektor	16	27	46
Röhrenkollektor	1	4	12
Luftkollektor	1	1	5
Kälteerzeugung	0	1	1
Flachkollektor	0	1	0
Röhrenkollektor	0	0	1
Flachkollektor, gesamt	593	589	632
Röhrenkollektor, gesamt	313	269	214
Luftkollektor, gesamt	3	4	12
Solarthermie, gesamt	909	862	858

Tabelle 2-6: Installierte thermische Leistung innerhalb der BAFA-Innovationsförderung 2012-2014 (basierend auf BAFA-Statistik)

Installierte Leistung in kW _{th}			
	2012	2013	2014
Raumheizung	17.756	19.520	17.987
Flachkollektor	9.760	11.230	11.829
Röhrenkollektor	7.954	8.220	5.944
Luftkollektor	42	70	215
Warmwasserbereitung	787	382	322
Flachkollektor	771	259	305
Röhrenkollektor	16	122	16
Prozesswärme	390	765	2.102
Flachkollektor	345	628	1.288
Röhrenkollektor	28	124	616
Luftkollektor	17	14	198
Kälteerzeugung	0	65	42
Flachkollektor	0	65	0
Röhrenkollektor	0	0	42
Flachkollektor, gesamt	10.876	12.182	13.422
Röhrenkollektor, gesamt	7.998	8.466	6.618
Luftkollektor, gesamt	59	84	413
Solarthermie, gesamt	18.933	20.732	20.453

Innerhalb der BAFA-Innovationsförderung sind Trinkwarmwasseranlagen, Kombianlagen sowie Anlagen zur solaren Kälteerzeugung mit Bruttokollektorflächen zwischen 20 und 100 m² förderberechtigt. Abbildung 2-8 veranschaulicht die Verteilung der 2014 errichteten solarthermischen Anlagen mit BAFA-Innovationsförderung über die Anlagengröße. 2014 wurden 33 solarthermische Anlagen mit Kollektorflächen zwischen 90 und 100 m² errichtet, etwa so viele wie zwischen 60 und 90 m². Dies deutet darauf hin, dass die Obergrenze von 100 m² den Bau größerer Anlagen verhindern könnte, obwohl diese womöglich technisch sinnvoll wären. Eine Anhebung der Größenbeschränkung für diesen Fördertatbestand auf zumindest 150 m² oder 200 m² erscheint daher sinnvoll, auch eine völlige Streichung der Größenbeschränkung sollte überlegt werden. Mit der Novellierung des MAP im April 2015 wurde die bis dahin geltende Größenbeschränkung für Anlagen zur Prozesswärmebereitstellung aufgehoben.

In Abbildung 2-9 sind die Größenverteilungen für die 2012 bis 2014 innerhalb der BAFA-Innovationsförderung errichteten solarthermischen Anlagen aufgetragen. Wie im Vorjahr wurden knapp zwei Drittel der installierten Leistung in Anlagen mit Kollektorfeldgrößen zwischen 20 und 40 m² umgesetzt. Während sich der Anteil der errichteten Anlagen mit Kollektorfeldgrößen zwischen 30 und 40 m² im Vergleich zu 2013 mehr als halbiert hat, konnten Anlagen mit Kollektorfeldgrößen größer 40 m² wie im Vorjahr mit einem nennenswerten Anteil umgesetzt werden.

Während innerhalb der BAFA-Basisförderung die errichteten Kollektorfeldgrößen abnehmen, ist innerhalb der BAFA-Innovations-

förderung³ ein Trend zu größeren Kollektorfeldgrößen zu erkennen (Abbildung 2-10). Die durchschnittliche Fläche aller mit BAFA-Innovationsförderung 2014 errichteten solarthermischen Anlagen liegt wie im Vorjahr bei rund 34 m² – im Vergleich zu 2012 ein Zuwachs von 14 %. Anlagen mit Flachkollektoren haben eine durchschnittliche Größe von 30,1 m² (Vorjahr: 30,0 m²) und solche mit Vakuumröhrenkollektoren von 43,7 m² (Vorjahr: 44,6 m²). Es sei angemerkt, dass sowohl im Juli 2013 als auch im August 2014 wenige Einzelanlagen mit Kollektorflächen von rund 100 m² errichtet wurden, die Einfluss auf den Anstieg der durchschnittlich installierten Kollektorfläche hatten.

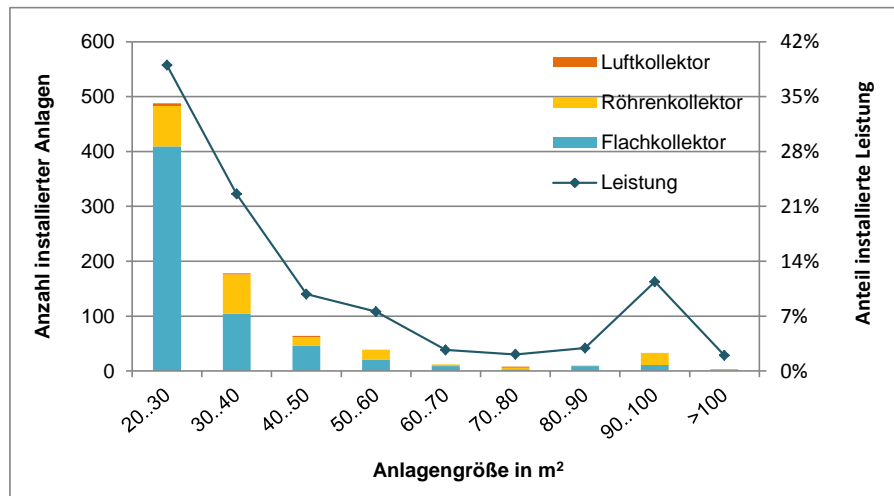


Abbildung 2-8: Verteilung der 2014 errichteten solarthermischen Anlagen mit BAFA-Innovationsförderung nach Anlagengröße (basierend auf BAFA-Statistik)

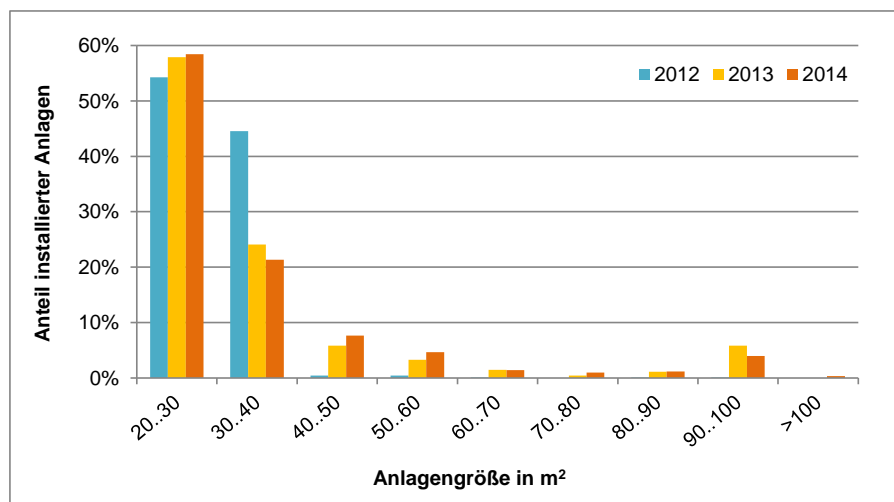


Abbildung 2-9: Verteilung der in 2012, 2013 und 2014 innerhalb der BAFA-Innovationsförderung errichteten solarthermischen Anlagen nach Anlagengröße (basierend auf BAFA-Statistik)

³ Hier enthalten sind Kombi- und Trinkwasseranlagen auf Mehrfamilienhäusern oder Nichtwohngebäuden, Anlagen zur Prozess- oder Kältebereitstellung sowie Anlagen zur Wärmenetzführung.

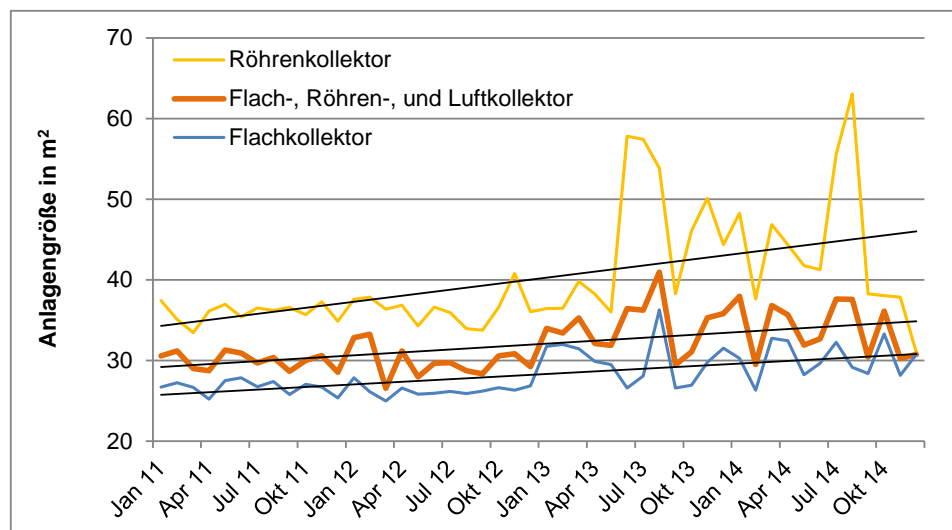


Abbildung 2-10: Entwicklung der mittleren Kollektorfläche innerhalb der BAFA-Innovationsförderung errichteten solarthermischen Anlagen von Januar 2011 bis Dezember 2014 (basierend auf BAFA-Statistik)

Für solarthermische Anlagen betrug die Höhe der durch BAFA-Innovationsförderung im Jahr 2014 getätigten Nettoinvestitionen 23 Mio. €, im Vergleich zum Vorjahr ein Zuwachs um 10 %. Mit einem Förderbetrag von 5,9 Mio. € beträgt der Förderanteil an den Nettoinvestitionen 26 %. Es sei angemerkt, dass der Förderanteil für Anlagen zur Prozesswärmebereitstellung 50 % beträgt.

Tabelle 2-7: Nettoinvestitionen und Fördermittel innerhalb der BAFA-Innovationsförderung (basierend auf BAFA-Statistik)

in Tsd. €	2012		2013		2014	
	Investitionen	Fördermittel	Investitionen	Fördermittel	Investitionen	Fördermittel
Raumheizung	17.882	4.521	19.296	5.070	19.864	4.693
Flachkollektor	12.291	2.545	13.882	2.931	14.739	3.092
Röhrenkollektor	5.557	1.965	5.381	2.121	4.963	1.546
Luftkollektor	33	11	32	18	163	55
Warmwasserbereitung	1.181	128	497	50	508	42
Flachkollektor	1.156	126	306	34	476	40
Röhrenkollektor	24	2	191	16	32	2
Prozesswärme	353	119	903	435	2.446	1.189
Flachkollektor	336	107	647	324	1.426	688
Röhrenkollektor	8	7	217	105	857	425
Luftkollektor	9	5	12	6	32	77
Kälteerzeugung	0	0	61	17	61	11
Flachkollektor	0	0	61	17	61	11
Flachkollektor	13.784	2.779	14.924	3.306	16.641	3.819
Röhrenkollektor	5.589	1.975	5.789	2.242	5.913	1.984
Luftkollektor	42	15	45	24	326	132
Solarthermie, gesamt	19.415	4.769	20.757	5.572	22.879	5.935

Anmerkung: Da keine Stichprobe aus der Grundgesamtheit der BAFA-Innovationsförderung ausgewertet wurde, konnten keine solaren Nettoinvestitionskosten ermittelt werden.

Prozesswärme innerhalb der BAFA-Innovationsförderung

Zur Erschließung des Marktpotentials der solaren Prozesswärme wurde im Rahmen der MAP-Novellierung im August 2012 explizit die Installation solarer Prozesswärmeanlagen im industriellen und gewerblichen Bereich mit einer erhöhten Förderquote aufgenommen. Das BAFA gewährt für solarthermische Anlagen unter Berücksichtigung von Beihilferegulungen einen Investitionskostenzuschuss von 50% der förderfähigen Nettoinvestitionskosten (einschließlich der Planungskosten und Kosten für die Systemeinbindung).

In den Jahren 2012, 2013 und 2014 wurden 113 solare Prozesswärmeanlagen mit einer Leistung von 3.257 kW_{th} im Rahmen der BAFA-Innovationsförderung errichtet. Abbildung 2-11 zeigt die Entwicklung der jährlich errichteten solaren Prozesswärmeanlagen sowie deren installierte thermische Leistung. Die Anzahl der errichteten Anlagen hat sich pro Jahr jeweils nahezu verdoppelt, die installierte Leistung hat sich von 2012 auf 2013 verdoppelt und von 2013 auf 2014 nahezu verdreifacht. Es lässt sich ein gesteigertes Interesse an solarer Prozesswärme ausgehend von einem niedrigen Niveau der Anlagenzahlen feststellen. Im betrachteten Zeitraum ist ein signifikanter Anstieg der installierten Leistung zu verzeichnen, woraus abgeleitet werden kann, dass die Förderung gut angenommen wurde.

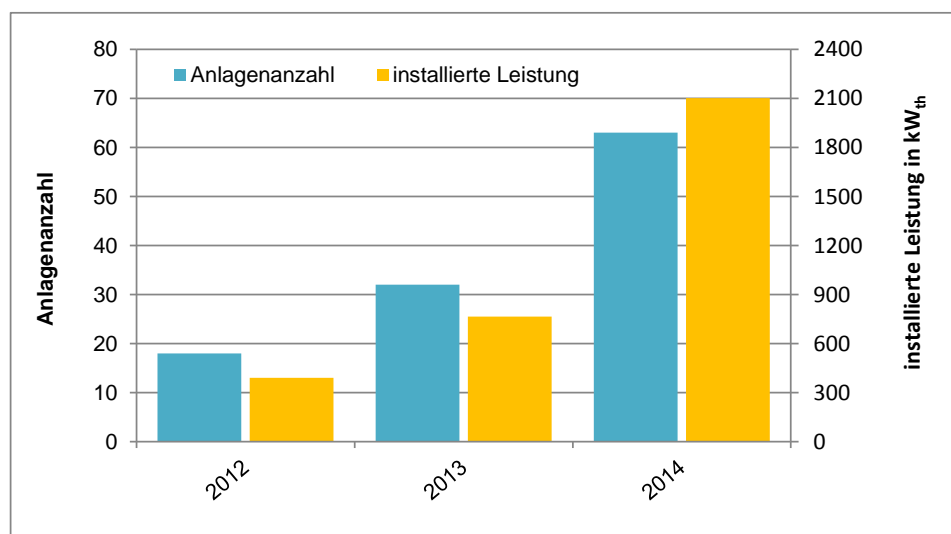


Abbildung 2-11: Entwicklung der innerhalb der BAFA-Innovationsförderung errichteten solaren Prozesswärmeanlagen und deren installierte Leistung (basierend auf BAFA-Statistik)

In Abbildung 2-12 und Abbildung 2-13 sind die Größenverteilungen für die in 2012 bis 2014 innerhalb der BAFA-Innovationsförderung errichteten solaren Prozesswärmeanlagen sowie deren installierte Leistung aufgetragen. 2012 wurden ausschließlich Anlagen mit Kollektorflächen zwischen 20 und 40 m² errichtet. 2013 wurden erstmals Anlagen mit bis zu 70 m² errichtet, wobei 39 % der installierten Leistung in Anlagen mit Kollektorflächen zwischen 40 und 70 m² umgesetzt wurde.

2014 wurden Anlagen mit bis zu 300 m² errichtet, wobei 39 % der installierten Leistung in Anlagen mit Kollektorflächen zwischen 20 und 40 m², 27 % in Anlagen mit Kollektorflächen zwischen 40 und 70 m² sowie 34 % in Anlagen mit Kollektorflächen zwischen 70 und 300 m² umgesetzt wurde. Die durchschnittliche Fläche aller mit BAFA-Innovationsförderung 2014 errichteten solaren Prozesswärmeanlagen liegt bei rund 48 m² – im Vergleich zum Vorjahr ein Zuwachs von 40 %.

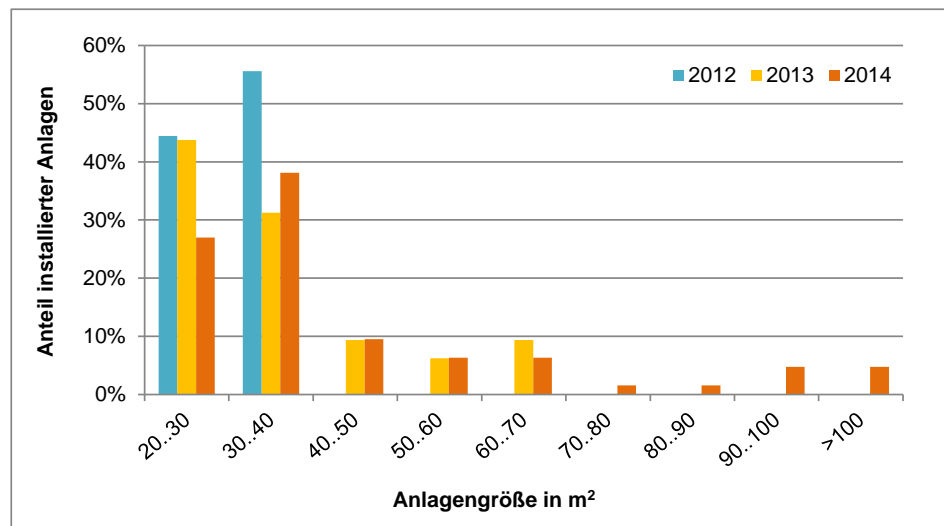


Abbildung 2-12: Verteilung der in 2012, 2013 und 2014 innerhalb der BAFA-Innovationsförderung errichteten Prozesswärmeanlagen nach Anlagengröße (basierend auf BAFA-Statistik)

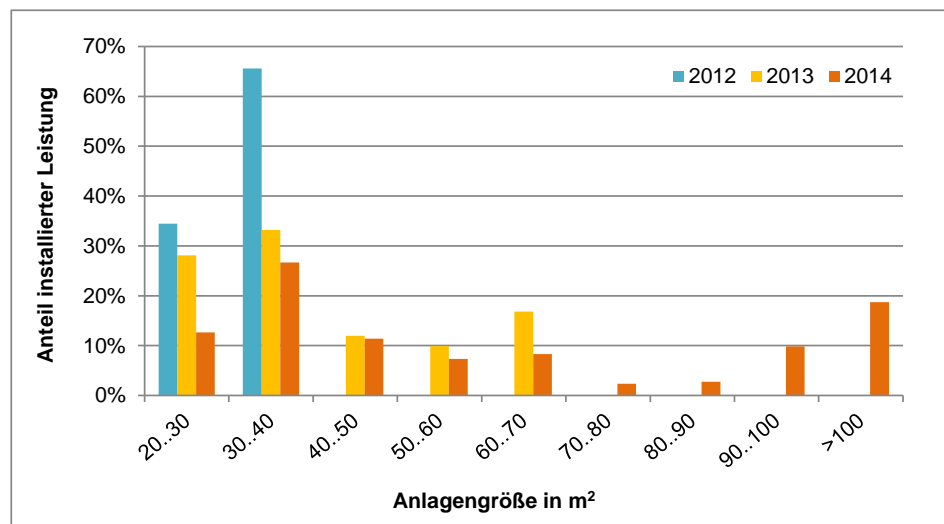


Abbildung 2-13: Verteilung der in 2012, 2013 und 2014 innerhalb der BAFA-Innovationsförderung installierten Leistung (Prozesswärmeanlagen) nach Anlagengröße (basierend auf BAFA-Statistik)

In Abbildung 2-14 sind die spezifischen Nettoinvestitionskosten von in 2014 errichteten solaren Prozesswärmeanlagen in Abhängigkeit der Kollektorfläche aufgetragen. Hierzu zählen die Planungskosten der Solaranlage sowie der Prozessanbindung, die Kollektorkosten (ggf. auch Aufständigung und Unterbau), die Kosten für Hydraulik-

bauteile, den Pufferspeicher, die Mess- und Regelungstechnik, die Montage und die Prozesseinbindung. Darüber hinausgehende Maßnahmen zur Optimierung und Effizienzsteigerung der vorhandenen Anlagentechnik sind in den angegebenen Kosten nicht enthalten. In Abbildung 2-14 ist eine große Bandbreite der spezifischen Nettoinvestitionskosten solarer Prozesswärmeanlagen zu beobachten. Gründe hierfür sind sicherlich die Verwendung verschiedener Anlagenkomponenten und -hydrauliken sowie eine unterschiedlich komplexe Systemeinbindung. 2014 betragen die spezifischen Nettoinvestitionskosten solarer Prozesswärmeanlagen durchschnittlich 814 €/m^2 , wobei die Standardabweichung bei 287 €/m^2 liegt. Der Median liegt mit 736 €/m^2 rund 80 € unter dem Mittelwert. Aus den vorliegenden Daten ist nahezu keine Korrelation zwischen den Investitionskosten und der Kollektorfeldgröße zu erkennen.

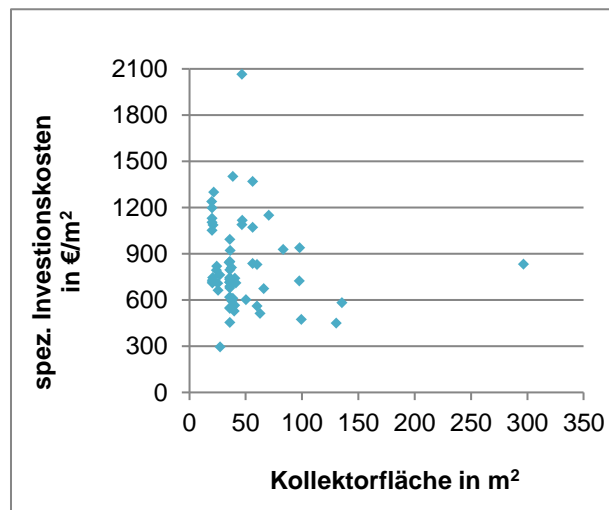


Abbildung 2-14: Spezifische Nettoinvestitionskosten (einschließlich der Planungskosten und Kosten für die Systemeinbindung) von solaren Prozesswärmeanlagen (2014 errichtet) in Abhängigkeit von der Kollektorfläche (basierend auf BAFA-Statistik)

2.2 KfW-Teil

Im Jahr 2014 wurden mit Hilfe der KfW-Förderung 67 Anlagen mit einer Leistung von $6.170 \text{ kW}_{\text{th}}$ errichtet. Gegenüber dem Vorjahr ($4.423 \text{ kW}_{\text{th}}$) ist dies ein Zuwachs von rund 40 % . Tabelle 2-8 und Tabelle 2-9 geben aufgeschlüsselt nach dem Verwendungszweck einen Überblick über die Anzahl der mittels KfW-Förderung errichteten Anlagen sowie deren installierte thermische Leistung. Rund 80 % der geförderten installierten Leistung wurden in Anlagen zur Raumheizunterstützung, bzw. Trinkwarmwasserbereitung auf Mehrfamilienhäusern oder Nichtwohngebäuden umgesetzt, jeweils ca. 10 % in Anlagen zur Prozesswärmebereitstellung, bzw. Kälteerzeugung. Während die geförderte installierte Leistung zur Raumheizunterstützung bzw. Trinkwarmwasserbereitung im Vergleich zum Vorjahr um 40 % gestiegen ist, sank diese zur Prozesswärmebereitstellung um knapp 15 % .

Für Anlagen zur Raumheizunterstützung bzw. Trinkwarmwasserbereitung beträgt die durchschnittliche installierte Fläche 125 m² (Vorjahr: 76 m²). Zur Prozesswärmebereitstellung wurden 2014 zehn Anlagen mit durchschnittlich 101 m² installiert. Im Vorjahr war die durchschnittliche installierte Fläche aufgrund einer Großanlage mit knapp 1.000 m² mehr als doppelt so groß (Vorjahr: 237 m²). Zur Kälteerzeugung wurden zwei Anlagen mit gut 900 m² errichtet. Drei Viertel der geförderten installierten Leistung wurden in Bayern (26 %), Hamburg (19 %) Baden-Württemberg (15 %), und Niedersachsen (12 %) errichtet. In den restlichen Bundesländern sind jeweils weniger als 7 % der geförderten thermischen Leistung installiert.

Tabelle 2-8: Anzahl errichteter Anlagen mit KfW-Förderung 2012-2014 (basierend auf KfW-interne Statistik)

Anzahl errichtete Anlagen			
	2012	2013	2014
Raumheizung / Trinkwasser	64	64	55
Flachkollektor	49	46	39
Röhrenkollektor	13	18	16
Luft- oder Speicherkollektor	2	0	0
Prozesswärme	4	5	10
Flachkollektor	0	2	4
Röhrenkollektor	2	2	4
Luft- oder Speicherkollektor	2	1	2
Kälteerzeugung	1	1	2
Flachkollektor	1	0	1
Röhrenkollektor	0	1	1
Flachkollektor	50	48	44
Röhrenkollektor	15	21	21
Luft- oder Speicherkollektor	4	1	2
Solarthermie, gesamt	69	70	67

Tabelle 2-9: Installierte thermische Leistung KfW-geförderter Anlagen (basierend auf KfW-interne Statistik)

Installierte Leistung kW _{th}			
	2012	2013	2014
Raumheizung / Trinkwasser	3.062	3.417	4.818
Flachkollektor	2.176	2.404	2.989
Röhrenkollektor	788	1013	1.829
Luft- oder Speicherkollektor	98	0	0
Prozesswärme	592	830	708
Flachkollektor	0	60	417
Röhrenkollektor	426	736	213
Luft- oder Speicherkollektor	167	34	79
Kälteerzeugung	113	175	643
Flachkollektor	113	0	555
Röhrenkollektor	0	175	89
Flachkollektor	2.289	2.464	3.961
Röhrenkollektor	1.214	1.924	2.131
Luft- oder Speicherkollektor	265	34	79
Solarthermie, gesamt	3.768	4.247	6.170

Tabelle 2-10 stellt die Investitionssummen, Kreditvolumina und KfW-Förderbeträge (Tilgungszuschüsse und Zinsvorteile) der 2014 mittels KfW-Förderung geförderten solarthermischen Anlagen dar. Bei Nettoinvestitionen von 7,2 Mio. € betrug die Kreditsumme 6,9 Mio. €. Mit einem Förderbetrag (inkl. Zinsvorteil) von 2,7 Mio. € beträgt der Förderanteil an den Nettoinvestitionen 37 %.

Tabelle 2-10: Übersicht über Investitionen, Kreditvolumina und Förderung im KfW Teil der im Jahr 2014 gefördert errichteten Anlagen (basierend auf KfW-interne Statistik)

in Tsd. €	Summe Investition	Kreditvolumen	Zuschuss	Zinsvorteil	Förderung gesamt
Raumheizung / WW	5.891	5.574	1.772	357	2.129
Prozesswärme	615	558	263	36	299
Kälteerzeugung	667	748	200	48	248
Summe	7.173	6.880	2.235	440	2.676

3. Marktentwicklung

3.1 Entwicklung der Märkte

In Deutschland wurden Ende 2014 nach Angaben des BSW⁴ rund 2,05 Mio. solarthermische Anlagen betrieben, womit sich der Bestand innerhalb von sieben Jahren verdoppelt hat (2007: 1,03 Mio.).

Dennoch ist 2014 der Solarthermiemarkt das dritte Jahr in Folge geschrumpft und weist mit einer neu installierten Leistung von 630 MW_{th} den niedrigsten Zubau seit zehn Jahren auf. Im Vergleich zum Vorjahr (735 MW_{th}) entspricht dies einem Rückgang um 14 %, im Vergleich zum Rekordjahr 2008 (1.470 MW_{th}) sogar um 57 % (Abbildung 3-1). Nach Angaben des BDH⁵ stagniert der deutsche Heizungsmarkt mit 681.000 neu installierten Heizungsanlagen in 2014 gegenüber dem Vorjahr (686.500). Mit 112.000 neu errichteter solarthermischer Anlagen in 2014 (Vorjahr 136.000) (Quelle: BSW) ist der Anteil der Solarthermie an den insgesamt neu installierten Heizungsanlagen von 20 % in 2013 auf 16 % in 2014 gesunken. Seit 2011 ist der Anteil der Solarthermie an den insgesamt neu installierten Heizungsanlagen von 24 % kontinuierlich auf den heutigen Wert gesunken, im Rekordjahr 2008 lag der Anteil sogar bei 34 %. Nach Abbildung 3-1 hat sich der Markt solarthermischer Anlagen bis 2008 positiv entwickelt, ist seitdem aber tendenziell rückläufig. Mögliche Gründe sind u.a. zu geringe Kostensenkungen, hohe Handwerker-Margen und anderweitige Auslastung der Installateure. Neue Marktsegmente wie Mehrfamilienhäuser und solare Prozesswärme werden nur langsam erschlossen. Für ein nachhaltiges Wachstum in allen Marktsegmenten fehlte es bisher offenbar an ausreichend attraktiven Anreizen für Investoren, insbesondere von der Hersteller- und der Vertriebsseite. Es bleibt abzuwarten, wie sich die Novelle des MAP im April 2015 auswirken wird.

Innerhalb Europas ist der deutsche Solarthermiemarkt mit einem Anteil von rund 40 % der Ende 2013 kumulierten installierten Leistung (30,2 GW_{th}) dominierend. Für das Jahr 2013 weist der europäische Solarthermiemarkt einen Rückgang um ca. 12 % (neu installierte Leistung: 2,1 GW_{th}) im Vergleich zu 2012 (2,4 GW_{th}) auf und ist damit das fünfte Mal in Folge rückläufig. Nur vier europäische Länder⁶ konnten ein Marktwachstum verzeichnen. Der Anteil Deutschlands an der in 2013 neu installierten europäischen Leistung liegt bei 33 % (Quelle: ESTIF⁷).

⁴ Bundesverband Solarwirtschaft e.V.

⁵ Bundesindustrieverband Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik e.V.

⁶ Kroatien (+ 13 %), Irland (+ 2,3 %), Niederlande (+ 13 %) und Spanien (+ 1,3 %)

⁷ European Solar Thermal Industry Federation

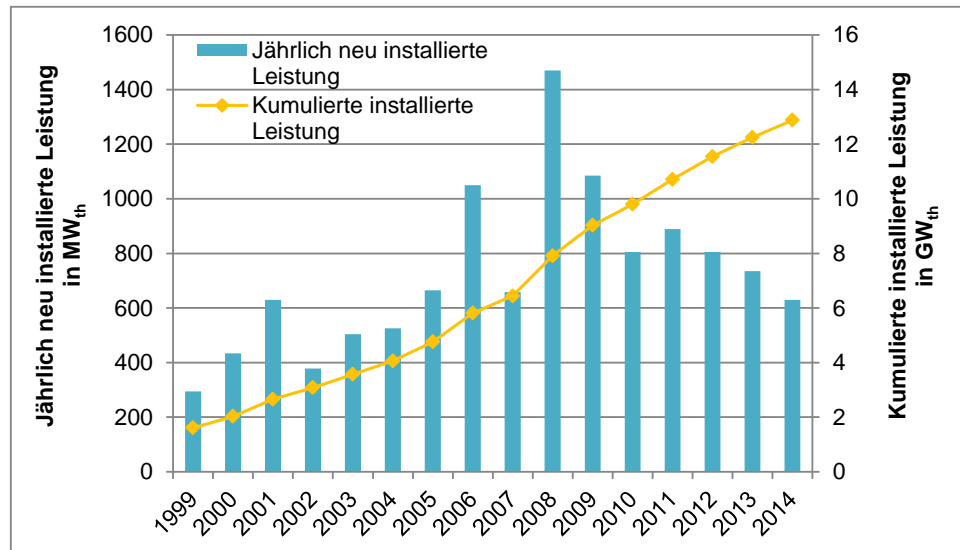


Abbildung 3-1: Deutsche Marktentwicklung im Bereich Solarthermie 1999-2014 (basierend auf Daten des BSW, Stand März 2015)

Von der 2014 deutschlandweit neu installierten Leistung (630 MW_{th}) wurden vom BAFA 173 MW_{th} und von der KfW 6 MW_{th} im Rahmen des MAP gefördert. Neben diesen bundesweiten Fördermöglichkeiten existieren weitere regionale Förderprogramme. So fördern alle Bundesländer die energetische Gebäudesanierung mit eigenen Programmen, wobei die Förderung hauptsächlich durch die Investitionsbanken der Länder ausgereicht wird. Weiterhin wird die energetische Gebäudesanierung in vielen Kommunen zusätzlich unterstützt. Die Fördermöglichkeiten der Länder und Kommunen sind oftmals auf bestimmte Anwendungen und Förderberechtigte beschränkt oder müssen zusammen mit weiteren Modernisierungsmaßnahmen umgesetzt werden.

3.2 Marktstruktur

Die Marktstruktur solarthermischer Anlagen wird jährlich vom BSW analysiert, wobei die marktdominierenden Anwendungsarten (Raumheizung / Trinkwarmwasser) sowie der Gebäudetyp (Neubau / Bestand) berücksichtigt werden. 57 % der in Deutschland neu installierten Leistung wurde 2014 in Kombianlagen sowie 43 % in Anlagen zur Trinkwarmwasserbereitung umgesetzt. Im Neubausektor wurden 38 % der neu installierten Leistung in Kombianlagen sowie 62 % in Anlagen zur Trinkwarmwasserbereitung umgesetzt. Im Gebäudebestand liegt der Anteil der Kombianlagen bei 53 % und der von Trinkwarmwassersystemen bei 47 % (Abbildung 3-2).

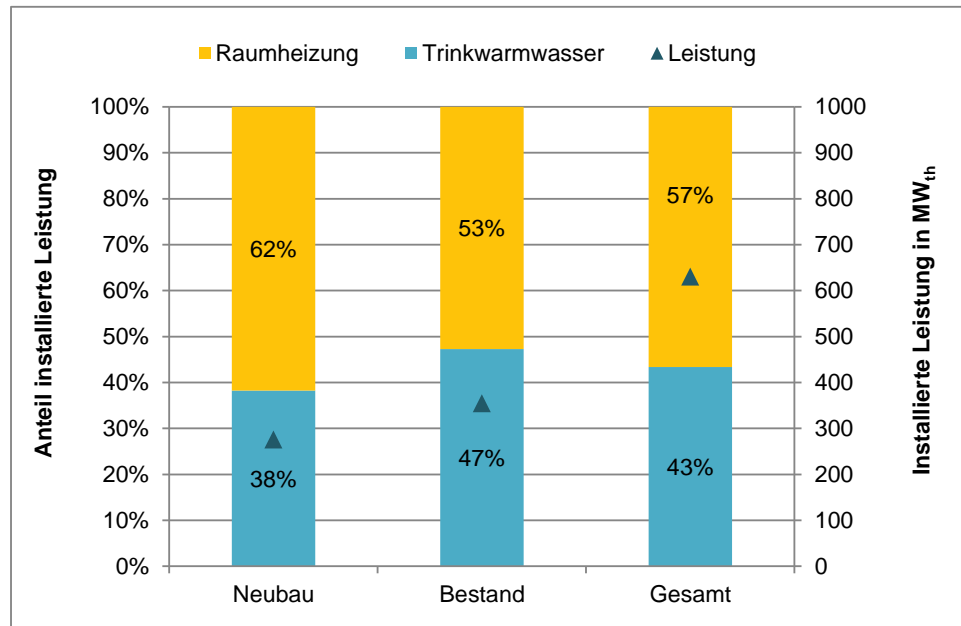


Abbildung 3-2: Verteilung der in 2014 neu installierten solarthermischen Leistung in Deutschland (basierend auf Daten des BSW, Stand April 2015)

In Abbildung 3-3 ist die Entwicklung der deutschen Marktstruktur solarthermischer Anlagen von 2012 bis 2014 aufgetragen. In 2014 wurden 44 % der neu installierten Leistung in Neubauten und 56 % im Gebäudebestand umgesetzt. Damit hat sich der Anteil der jährlich neu installierten Leistung im Neubausektor von 33 % in 2012 auf 44 % in 2014 erhöht. Dementsprechend ist der Anteil im Gebäudebestand umgesetzter Anlagen von 67 % auf 56 % gesunken. Der Anteil der neu installierten Leistung in Kombianlagen ist von 65 % in 2012 auf 57 % in 2014 gesunken, der von Anlagen zur Trinkwarmwasserbereitung dementsprechend von 35 % auf 43 % gestiegen. Insbesondere ist der Anteil von Kombianlagen im Gebäudebestand von 42 % auf 30 % gesunken.

Hinsichtlich der eingesetzten Kollektortechnik dominiert der Flachkollektor den deutschen Markt. Sein Anteil an der neu installierten Leistung betrug in den letzten Jahren rund 90 %, derjenige von Vakuumröhrenkollektoren rund 10 %. Luft- und Speicherkollektoren sind mit unter 1 % weiterhin Nischenprodukte. Zum Vergleich: Im MAP ist der Anteil von Vakuumröhrenkollektoren in den letzten Jahren stetig gewachsen, 2014 lag dieser bei 28 % der neu installierten Leistung. Grund für den größeren Anteil von Vakuumröhrenkollektoren innerhalb der MAP-geförderten Anlagen ist wohl, dass kleine, im MAP nicht förderfähige Trinkwarmwasseranlagen eher mit Flachkollektoren umgesetzt werden. Größere Anlagen werden oftmals mit Vakuumröhren umgesetzt, so betrug ihr Anteil innerhalb der BAFA-Innovations- sowie der KfW-Förderung 33 % der installierten Leistung.

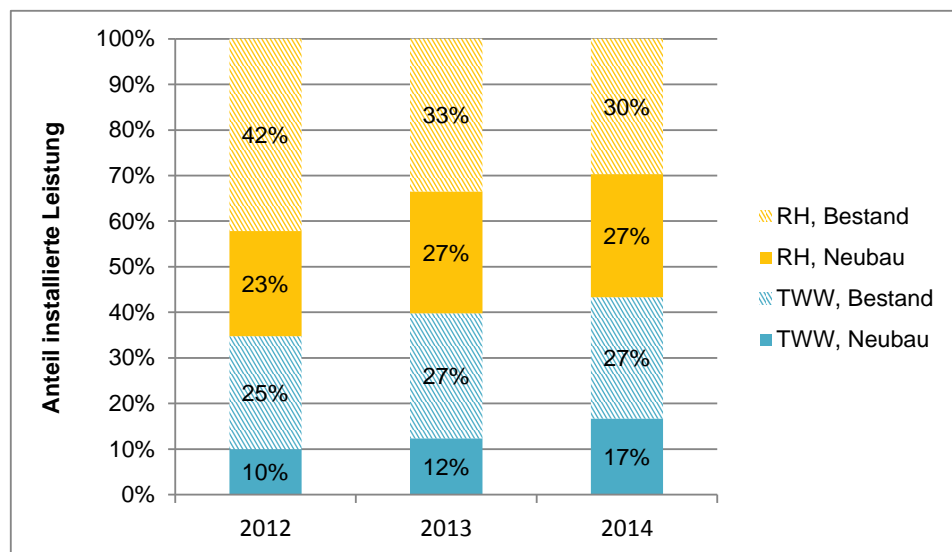


Abbildung 3-3: Verteilung der in 2012, 2013 und 2014 neu installierten solarthermischen Leistung in Deutschland (RH = Raumheizung, TWW = Trinkwarmwasser; basierend auf Daten des BSW, Stand April 2015)

In den letzten Jahren konnten sich bei der produzierten Flachkollektorfläche insbesondere Heizungsfirmen am Markt behaupten. In Folge der Absatzkrise der Solarthermiebranche haben einige Firmen, insbesondere Solarspezialisten, ihre Kollektorfertigung eingestellt, neue Fertigungslinien sind die Ausnahme. Für die Beurteilung der in- und ausländischen Wertschöpfung wurde die repräsentative Stichprobe der BAFA-Rechnungen (Basisförderung) herangezogen. 91 % und damit der weit überwiegende Anteil des solaren Nettoinvestitionsvolumens stammte 2014 von deutschen Herstellern, bzw. Anbietern (Tabelle 3-1).

Tabelle 3-1: Aufteilung des geförderten solaren Nettoinvestitionsvolumens nach Hersteller- bzw. Anbieterländern der solarthermischen Produkte (repräsentative Stichprobe aus der BAFA-Basisförderung 2014, n=314)

Hersteller- / Anbieterland	Anzahl Hersteller / Anbieter	Nettoinvestitionsvolumen in Tsd. €	Anteil in %
Deutschland	65	2.579	91,2
Österreich	8	118	4,2
China	5	75	2,6
Polen	2	45	1,6
Türkei	1	6	0,2
Dänemark	1	5	0,2
Zypern	1	2	0,1
Summe	83	2.829	100

Solarthermische Anlagen werden in Deutschland wie alle anderen Heizungstechnologien i.d.R. über einen zwei- oder dreistufigen Vertrieb vertrieben. Obwohl durch einen Direktvertrieb prinzipiell Endkundenpreise gesenkt werden könnten, so erscheint ein Direktvertrieb nicht zuletzt aufgrund der engen Bindung zwischen lokalen Handwerk und Kunden auch in Zukunft für die großen Massenher-

steller eher unrealistisch. Neue Marktakteure wählen hingegen meist den Direktvertrieb.

4. Technologischer Standard und Innovation

Solarthermische Standard-Anlagen zur Erwärmung des Trinkwassers sowie Kombianlagen zur Trinkwassererwärmung und Raumheizungsunterstützung sind eine ausgereifte Technik und seit vielen Jahren am Markt verfügbar. Aufgrund des hohen technischen Stands konzentrieren sich technologische Entwicklungen zurzeit meist auf Detailspekte. Im Vordergrund stehen dabei Kostenreduzierung und Effizienzsteigerung sowohl auf Komponenten- als auch auf systemtechnischer Ebene. Für spezifische Anwendungsbereiche werden Komponenten (weiter-)entwickelt, beispielsweise Mittel- und Hochtemperaturkollektoren für die solare Prozesswärme oder drucklose Speicher für den Einsatz in Drainback-Systemen. Für detaillierte Informationen zu den technologischen Trends und Innovationen sei auf den Evaluierungsbericht 2013 (Stand Februar 2014) verwiesen.

5. Anlagenwirtschaftlichkeit

5.1 Investitionskostenentwicklung

Zur Ermittlung solider Kostendaten wurde eine repräsentative Stichprobe (n=351) aus den beim BAFA eingereichten Rechnungsunterlagen der Basisförderung ausgewertet. Da 93 % der innerhalb der BAFA-Basisförderung errichteten Anlagen Kollektorflächen kleiner als 16 m² aufweisen, wurde diese repräsentative Stichprobe um 184 Rechnungen⁸ größerer Anlagen erweitert. Mittels der erweiterten Stichprobe kann insbesondere der Einfluss der Anlagengröße (Bruttollektorfläche) auf die spezifischen System-Nettoinvestitionskosten angegeben werden.

Die spezifischen System-Nettoinvestitionskosten⁹ beinhalten sowohl die Komponenten- als auch die Montagekosten (jeweils ohne Umsatzsteuer). Zur Ermittlung der spezifischen System-Nettoinvestitionskosten wurden nur Rechnungen von „vollwertigen Anlagen“ berücksichtigt: Anlagenerweiterungen, Anlagen mit Selbstmontage und Anlagen ohne erforderliche Speicherinstallation wurden nicht berücksichtigt. Die im Folgenden angegebenen Werte der spezifischen System-Nettoinvestitionskosten sind daher nicht mit Werten

⁸ 79 Anlagen zwischen 20 und 30 m², 74 Anlagen zwischen 30 und 40 m² sowie 31 Anlagen größer 40 m².

⁹ Alle Komponenten, welche man ohne solarthermische Anlage nicht gebraucht oder installiert hätte, werden dem solarthermischen Anlagenteil zugeordnet.

aus Evaluationsberichten vor 2012 vergleichbar, denen inhomogenere Datensätze zugrunde lagen.

In Abbildung 5-1 sind die spezifischen System-Nettoinvestitionskosten von Flach- und Vakuumröhrenkollektoren in Abhängigkeit der Kollektorfläche aufgetragen. Bei beiden Kollektortypen ist ein deutlicher Trend abnehmender Kosten mit steigender Kollektorfläche zu erkennen. Weiterhin ist eine große Bandbreite der spezifischen System-Nettoinvestitionskosten zu beobachten. Gründe hierfür sind sicherlich die Verwendung verschiedener Komponenten (beispielsweise Kollektoren mit und ohne kostenintensive Antireflexionsbeschichtung), unterschiedlicher Anlagenhydrauliken, etc.. Allerdings ergibt sich teilweise auch bei identischen Solarpaketen großer Heizungsfirmen eine erhebliche Streuung: So variieren beispielsweise die spezifischen System-Nettoinvestitionskosten für 11 identische solarthermische Anlagen einer großen Heizungsfirma zwischen 487 und 1135 €/m². Für die betrachtete Anlagenkonfiguration ergeben sich durchschnittliche Kosten von 739 €/m², wobei die Standardabweichung bei 168 €/m² liegt. Neben den unterschiedlichen Einbausituationen der einzelnen Anlagen variieren wohl auch die Margen der Installateure. Tabelle 5-1 und Tabelle 5-2 geben die spezifischen System-Nettoinvestitionskosten von Flach- und Vakuumröhrenkollektoren jeweils für Anlagengrößen kleiner sowie größer 20 m² an. Für Anlagen größer 20 m² ergeben sich bei Flachkollektoren 20 % und bei Vakuumröhrenkollektoren 37 % geringere Kosten im Vergleich zu Anlagen kleiner 20 m². Als Maßzahl für die Streuung der Kosten um den Mittelwert ist zudem die Standardabweichung in den Tabellen angegeben. Die spezifischen System-Nettoinvestitionskosten sind 2014 im Vergleich zum Vorjahr für Flachkollektor-Anlagen kleiner 20 m² um 9 %, für Anlagen größer 20 m² um 8 % gesunken. Für Vakuumröhren-Anlagen kleiner 20 m² sind die spezifischen System-Nettoinvestitionskosten konstant geblieben, für Anlagen größer 20 m² um 5 % gesunken.

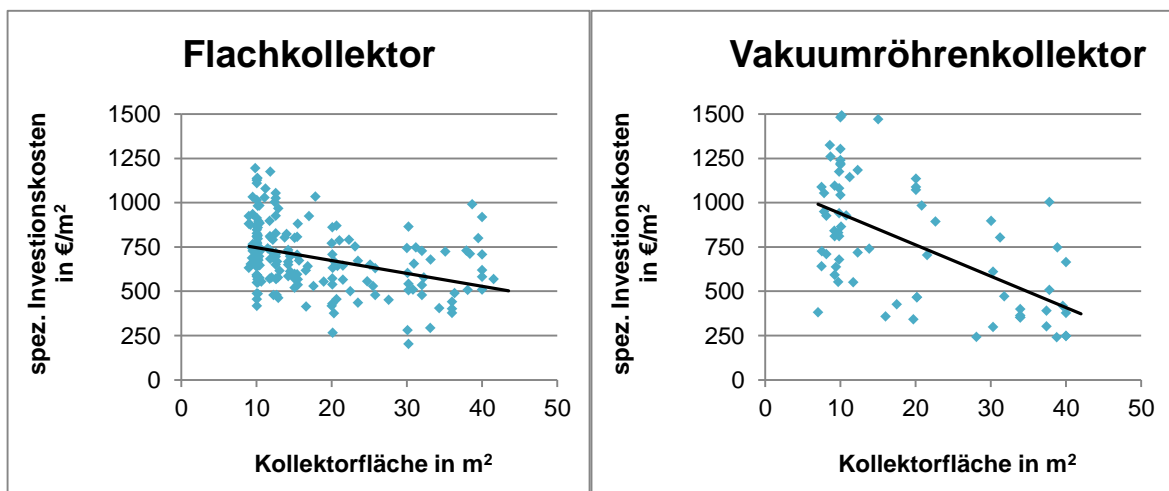


Abbildung 5-1: Spezifische System-Nettoinvestitionskosten von Flach- (links), bzw. Vakuumröhrenkollektoren (rechts) in Abhängigkeit von der Kollektorfläche (erweiterte Stichprobe aus der BAFA-Basisförderung 2014, n=262)

Tabelle 5-1: Spezifische System-Nettoinvestitionskosten von Flachkollektoren (inkl. Montage und exkl. USt.) (erweiterte Stichprobe aus der BAFA-Basisförderung 2014, n=193)

Spezifische Nettoinvestitionskosten in €/m ²				
	Anlagen < 20 m ²		Anlagen > 20 m ²	
	2013	2014	2013	2014
Mittelwert	813	742	647	595
Standardabweichung	217	173	192	170
Median	777	725	608	581

Tabelle 5-2: Spezifische System-Nettoinvestitionskosten von Vakuumröhrenkollektoren (inkl. Montage und exkl. USt.) (erweiterte Stichprobe aus der BAFA-Basisförderung 2014, n=69)

Spezifische Nettoinvestitionskosten in €/m ²				
	Anlagen < 20 m ²		Anlagen > 20 m ²	
	2013	2014	2013	2014
Mittelwert	917	920	604	577
Standardabweichung	251	317	315	292
Median	916	927	456	466

In Abbildung 5-2 sind die spezifischen System-Nettoinvestitionskosten solarthermischer Anlagen aufgeteilt nach Eigen- und Fördermittelanteil (inkl. Bonusförderung) für Anlagengrößen kleiner 20 m² sowie größer 20 m² dargestellt. Der Förderanteil von Großanlagen (17 %) ist um 3,9 Prozentpunkte geringer als bei den kleineren Anlagen (21 %). Die System-Nettoinvestitionskosten werden durch die Hardwarekosten mit einem Anteil von 84 % dominiert (Abbildung 5-3). Oftmals werden allerdings die Montagekosten in den Rechnungen nicht gesondert ausgewiesen, sondern sind in den Hardwarekosten „integriert“. Dementsprechend variiert der in den Rechnungen ausgewiesene Montageanteil zwischen 3 % und 41 %.

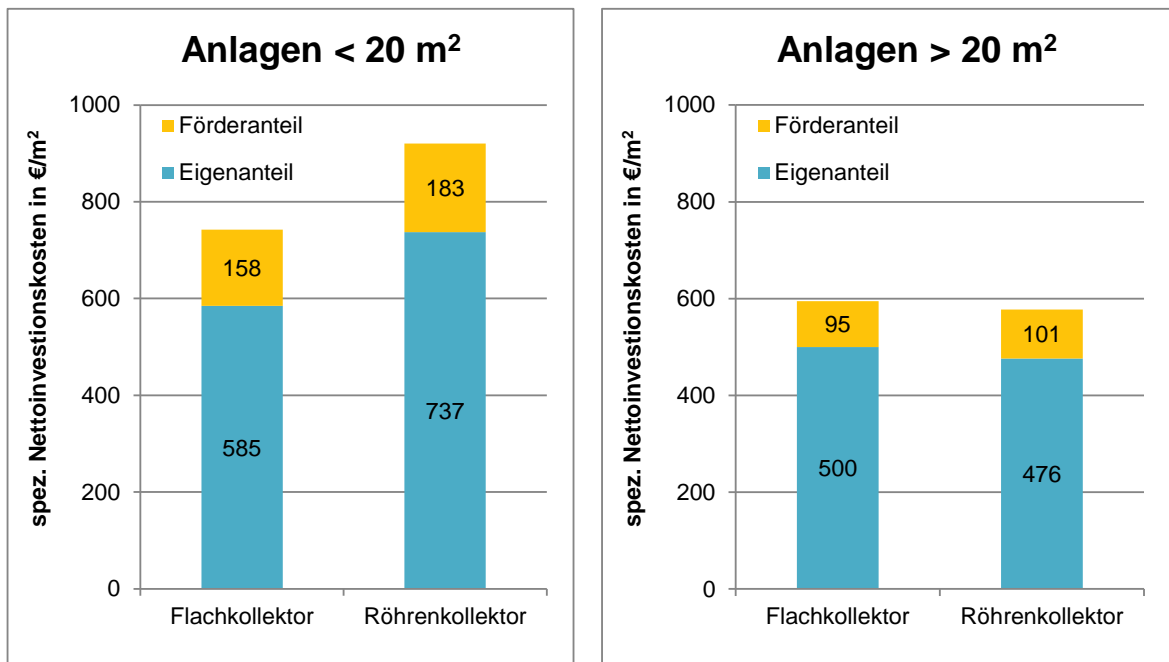


Abbildung 5-2: Spezifische System-Nettoinvestitionskosten (inkl. Montage, exkl. USt.) solarthermischer Anlagen aufgeteilt nach dem Eigen- und Förderanteil (inkl. Bonusförderung) für Anlagengrößen kleiner 20 m² (links) und größer 20 m² (rechts) (erweiterte Stichprobe aus der BAFA-Basisförderung 2014, n=262)

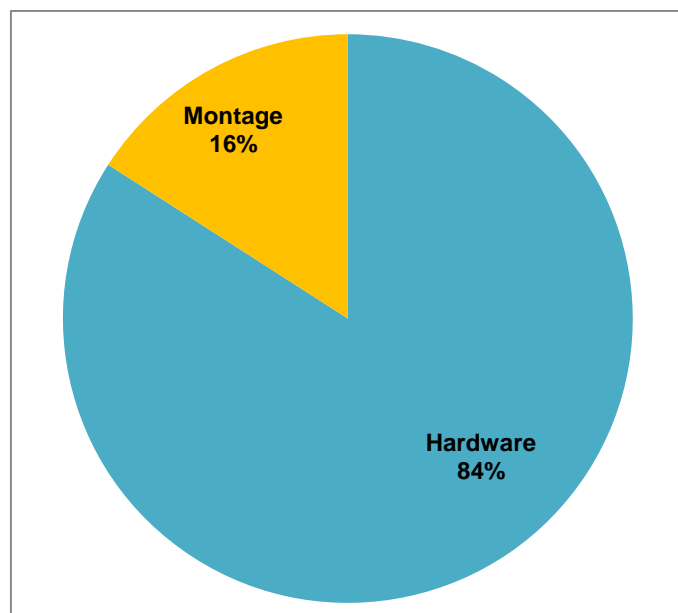


Abbildung 5-3: Aufteilung der Systemnettoinvestitionskosten in Hardware- und Montagekosten (erweiterte Stichprobe aus der BAFA-Basisförderung 2014, n=241)

5.2 Wärmegestehungskosten

Zur Ermittlung der spezifischen Brutto-Wärmegestehungskosten (Kosten zur Bereitstellung einer Kilowattstunde Wärme) wurden Wirtschaftlichkeitsrechnungen gemäß VDI 2067 durchgeführt. Hierbei wurden für ein saniertes Ein- und Mehrfamilienhaus jeweils zwei Kombianlagen zur Unterstützung einer Gas-Brennwertheizung untersucht:

- saniertes Einfamilienhaus (Jahreswärmebedarf 29,2 MWh)
 - Kombianlage mit Flachkollektoren
Fläche = 14 m², jährlicher Solarertrag = 3.500 kWh
 - Kombianlage mit Vakuumröhrenkollektoren
Fläche = 12m², jährlicher Solarertrag = 3.750 kWh
- saniertes Mehrfamilienhaus (Jahreswärmebedarf 582,2 MWh)
 - Kombianlage mit Flachkollektoren
Fläche = 70 m², jährlicher Solarertrag = 21.000 kWh
 - Kombianlage mit Vakuumröhrenkollektoren
Fläche = 55 m², jährlicher Solarertrag = 20.625 kWh

Alle weiteren Annahmen zur Wirtschaftlichkeitsberechnung inklusive Rechnungsblätter sind im Anhang aufgeführt. Als fossiles Referenzsystem wurde ein Gas-Brennwertkessel herangezogen, dessen Investitionskosten aus aktuellen Preiskatalogen entnommen wurden. Die angesetzten Investitionskosten für die solarthermischen Systeme resultieren aus der Rechnungsauswertung der BAFA-Förderung. Aus dieser wurde eine Funktion abgeleitet, welche die spezifischen Investitionskosten in Abhängigkeit der Anlagengröße darstellt.

Für ein saniertes Einfamilienhaus ergeben sich für die solarunterstützten Heizsysteme (Flach- und Vakuumröhrenkollektoren) Brutto-Wärmegestehungskosten von rund 0,16 €/kWh und liegen somit rund 17 % über denen des Referenzsystems (Abbildung 5-4). Für ein saniertes Mehrfamilienhaus ergeben sich für die solarunterstützten Heizsysteme (Flach- und Vakuumröhrenkollektoren) Brutto-Wärmegestehungskosten von rund 0,10 €/kWh und liegen somit rund 6 % über denen des Referenzsystems (Abbildung 5-5). Durchschnittlich werden die betrachteten solarthermischen Anlagen mit 0,004 €/kWh gefördert. Die Wirtschaftlichkeitsrechnungen ergeben insgesamt, dass solarthermische Anlagen in Deutschland trotz der gesunkenen Anlagenkosten oftmals noch nicht mit fossilen Energieträgern konkurrieren können.

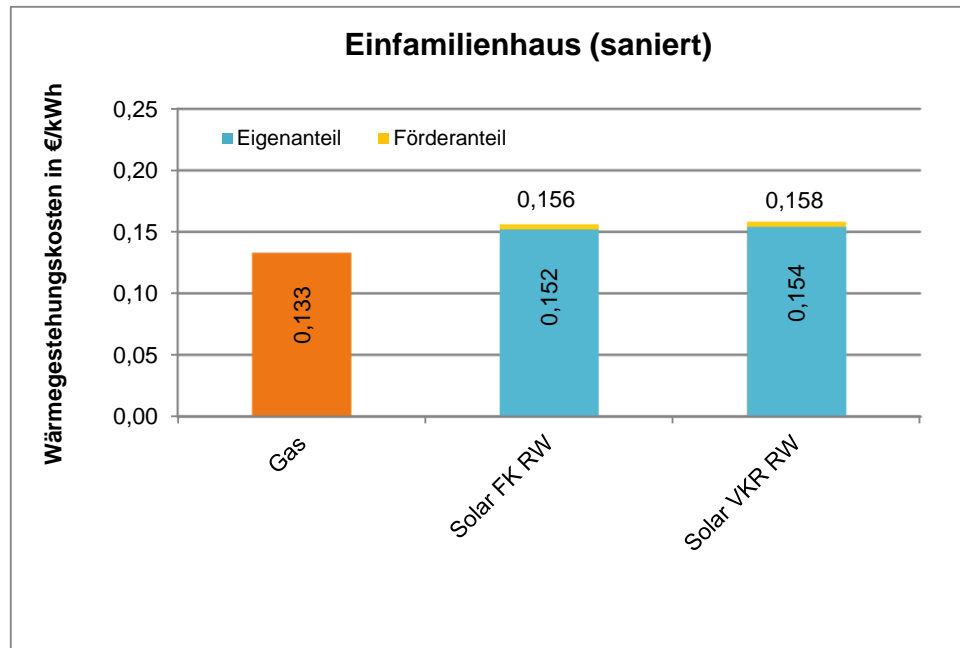


Abbildung 5-4: Wärmegestehungskosten für Systeme zur Trinkwassererwärmung und Raumheizungsunterstützung in einem sanierten Einfamilienhaus mit einem Gas-Brennwertkessel sowie zusätzlich mit einer Flach- und Vakuumröhrenanlage

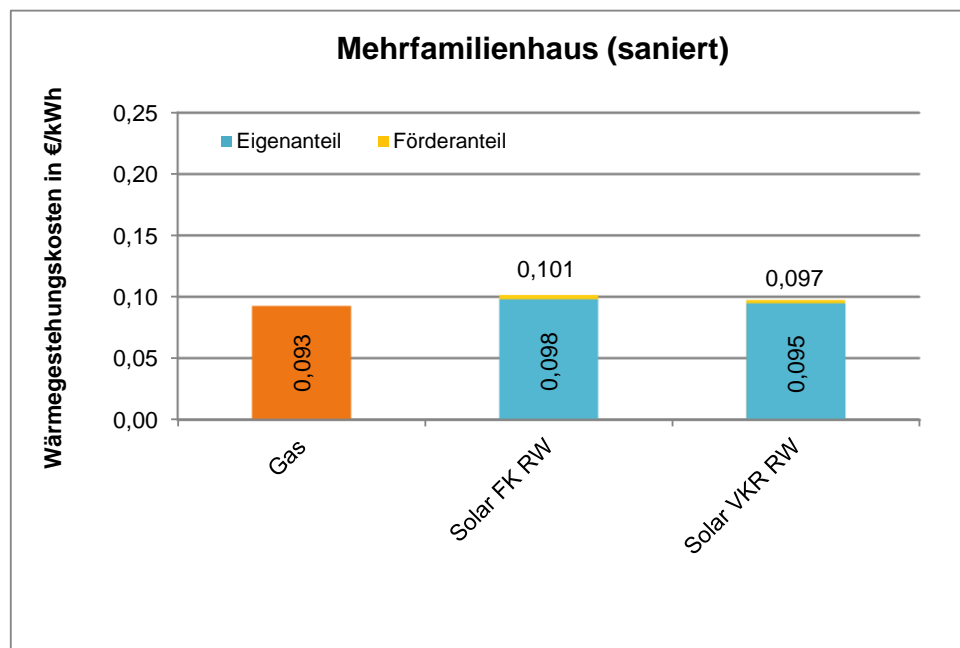


Abbildung 5-5: Wärmegestehungskosten für Systeme zur Trinkwassererwärmung und Raumheizungsunterstützung in einem sanierten Mehrfamilienhaus mit einem Gas-Brennwertkessel sowie zusätzlich mit einer Flach- und Vakuumröhrenanlage

Appendix 4: Fachgutachten zum Fördersegment Wärmepumpe

Autoren

Evelyn Sperber, Michael Nast

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

1. Einführung

Die verhaltene Situation im Heizungsmarkt im Jahr 2014 hat sich auch auf das Segment der Wärmepumpen ausgewirkt. Angesichts der mitunter starken Rückgänge bei den anderen Technologien zur Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien kamen sie aber noch vergleichsweise glimpflich davon. Die Marktverschiebung hin zu Luft/Wasser-Wärmepumpen setzte sich fort. Gegenüber dem Vorjahr verteuerten sich Wärmepumpenanlagen im Mittel, dafür konnten Erfolge hinsichtlich der Effizienz der Anlagen verzeichnet werden.

Im Folgenden wird das Fördersegment Wärmepumpe hinsichtlich Marktentwicklung, technologischer Standard und Innovation sowie Anlagenwirtschaftlichkeit genauer analysiert. Wie in den Vorjahren werden dabei die Förderbereiche von BAFA und KfW aufgrund der unterschiedlichen Voraussetzungen und Anforderungen getrennt voneinander evaluiert.

2. Förderstatistik

2.1 BAFA-Teil

Im Jahr 2014 wurden insgesamt 3.556 Wärmepumpen errichtet, die im Rahmen des MAP über das BAFA gefördert wurden¹. Im Vergleich zum Vorjahr entspricht dies einem Rückgang um 24 %. Die schwache Nachfrage betraf alle Wärmepumpentypen (siehe Abbildung 2-1). Die Zahl der Förderbewilligungen für Luft/Wasser-Wärmepumpen ging um 20 %, für Sole/Wasser-Wärmepumpen um 26 % zurück. Relativ betrachtet waren die sonstigen Wärmepumpentypen (Direktverdampfer, Gaswärmepumpen) mit einem Rückgang um über 50 % sowie die Wasser/Wasser-Wärmepumpen (-35 %) am stärksten betroffen. Der Einfluss dieser

¹ In dieser Statistik sind alle Wärmepumpen enthalten, die spätestens am 10. April 2015 einen Förderbescheid des BAFA erhalten haben. Förderanträge für Wärmepumpen, die erst danach bewilligt worden sind, bleiben unberücksichtigt.

Wärmepumpentypen auf das MAP-Antragsvolumen ist aber nach wie vor gering.

Der Trend zu Luft/Wasser-Wärmepumpen nahm weiter zu. Ihr Anteil an allen geförderten Wärmepumpen lag im Jahr 2014 bei 56 % (2013: 53 %). Sole/Wasser-Wärmepumpen, die bis zum Jahr 2011 noch den Zubau geförderter Wärmepumpen dominierten, hatten 2014 einen Anteil von nunmehr etwa 35 % an allen geförderten Wärmepumpen. Ursächlich für diese Technologieverschiebung ist u.a., dass im Gebäudebestand, den das MAP adressiert, Luft/Wasser-Wärmepumpen im Allgemeinen einfacher und kostengünstiger nachgerüstet werden können als Sole/Wasser-Wärmepumpen, da hierbei keine umfangreichen Erdarbeiten notwendig sind. Aus Klimaschutzsicht ist dies keine günstige Entwicklung, da Luft/Wasser-Wärmepumpen in der Regel eine schlechtere Effizienz aufweisen als die erdgekoppelten Alternativen.

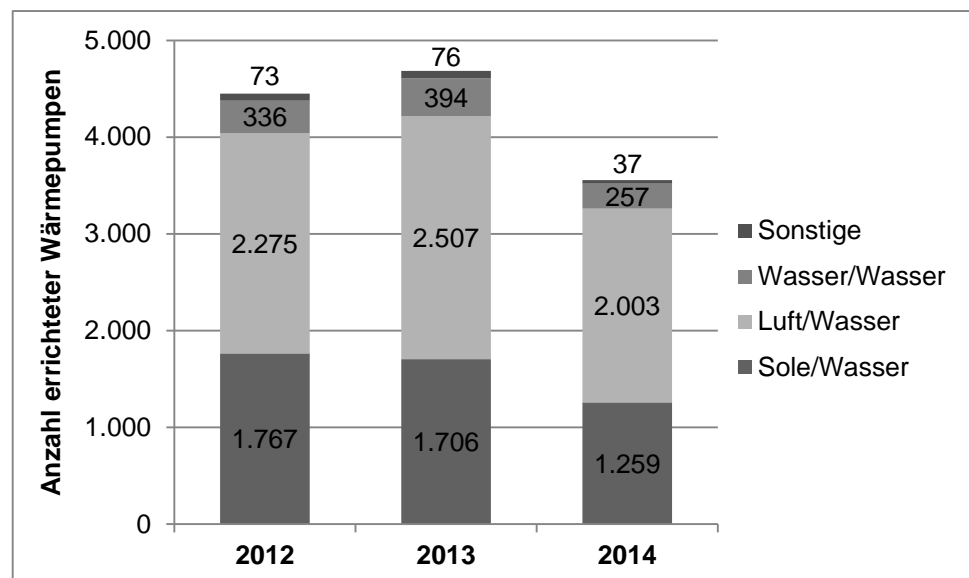


Abbildung 2-1: In den Jahren 2012 bis 2014 errichtete Wärmepumpen mit BAFA-Förderung

Bei den installierten Heizleistungen wirkte sich die schwache Fördernachfrage mit einem Rückgang um 27 % gegenüber dem Vorjahr noch etwas stärker aus als bei den Anlagenzahlen (Tabelle 2-1). Dies ist dadurch zu begründen, dass die durchschnittliche Heizleistung vor allem bei Luft/Wasser-Wärmepumpen, aber auch bei Wasser/Wasser-Wärmepumpen im selben Betrachtungszeitraum leicht abnahm (vgl. hierzu Abschnitt 4).

Tabelle 2-1: Übersicht über installierte Gesamtheizleistungen von geförderten Wärmepumpen 2014 im Vergleich zu den Vorjahren (BAFA)

Installierte Heizleistung [kW _{th}]						
	2012		2013		2014	
	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ
Sole/Wasser	24.036	42%	23.282	40%	17.218	40%
Luft/Wasser	26.232	46%	26.609	46%	20.626	48%
Wasser/Wasser	5.850	10%	7.251	12%	4.371	10%
Sonstige	1.038	2%	1.020	2%	456	1%
Gesamt	57.156	100%	58.162	100%	42.671	100%

Im Jahr 2014 wurden im Bereich der Wärmepumpen im BAFA-Teil des MAP mit einem Fördervolumen von etwa 10 Mio. € Investitionen in Höhe von ca. 58 Mio. € ausgelöst (siehe Tabelle 2-2 und Tabelle 2-3). Eine detaillierte Analyse der Investitionskostenentwicklung sowie der Förderquoten auf Basis einer Stichprobe aus den beim BAFA eingereichten Rechnungsunterlagen erfolgt in Kapitel 5.1.

Tabelle 2-2: Übersicht über das Fördervolumen von geförderten Wärmepumpen 2014 im Vergleich zu den Vorjahren (BAFA)

Fördervolumen [T€]						
	2012		2013		2014	
	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ
Sole/Wasser	6.231	54%	6.705	50%	5.079	50%
Luft/Wasser	3.673	32%	4.770	35%	3.879	38%
Wasser/Wasser	1.279	11%	1.701	13%	1.068	10%
Sonstige	252	2%	293	2%	158	2%
Gesamt	11.434	100%	13.469	100%	10.184	100%

Tabelle 2-3: Übersicht über die Investitionen geförderter Wärmepumpen 2014 im Vergleich zu den Vorjahren (BAFA)

Investitionen [T€, ohne MwSt.]						
	2012		2013		2014	
	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ
Sole/Wasser	29.750	42%	28.838	39%	21.269	37%
Luft/Wasser	34.612	49%	38.146	51%	31.688	55%
Wasser/Wasser	5.163	7%	6.448	9%	4.150	7%
Sonstige	1.329	2%	1.316	2%	883	2%
Gesamt	70.855	100%	74.747	100%	57.990	100%

Bonusförderung

Zusätzlich zur Basisförderung nahmen im Jahr 2014 lediglich etwa 8 % der Fördernehmer den Kombinationsbonus, der bei gleichzeitiger Installation einer Solaranlage gewährt wird, in Anspruch. Im Vorjahr belief sich dieser Anteil noch auf 11 %. Die Nachfrage nach dem Kombinationsbonus verhielt sich bei allen Wärmepumpentypen im ähnlichen Umfang.

Den Effizienzbonus, der beim Einbau der Anlage in Gebäude mit besonders geringem Wärmebedarf gewährt wird, wurde wie im Vorjahr bei etwa 14 % der errichteten Wärmepumpen ausbezahlt. Der Effizienzbonus wurde deutlich öfter bei der Errichtung von Sole/Wasser-Wärmepumpen (19 %) als von Luft/Wasser-Wärmepumpen (11 %) in Anspruch genommen.

Verteilung nach Wirtschaftszweigen

Die BAFA-geförderten Wärmepumpen wurden wie in den Vorjahren fast ausschließlich (zu 98 %) in privaten Haushalten errichtet. Die restlichen Anlagen entfielen auch 2014 weitestgehend auf den Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen.

Regionale Verteilung

Wie in den Vorjahren lagen 2014 die Schwerpunkte der Wärmepumpenförderung in den einwohnerstarken Bundesländern Bayern, Nordrhein-Westfalen sowie Baden-Württemberg (Abbildung 2-2). In diesen drei Bundesländern wurden im Jahr 2014 insgesamt 64 % aller geförderten Wärmepumpen installiert. Auch bezogen auf die Einwohnerzahl wurden die meisten geförderten Wärmepumpen 2014 in Bayern und Baden-Württemberg errichtet. Der Anteil der Luft/Wasser-Wärmepumpen an allen geförderten Wärmepumpen war in den südwestlichen Bundesländern (Saarland, Baden-Württemberg, Hessen, Rheinland-Pfalz) überdurchschnittlich hoch. Ein besonders hoher Anteil an erdgekoppelten Wärmepumpen war mit 72 % in Brandenburg zu verzeichnen.

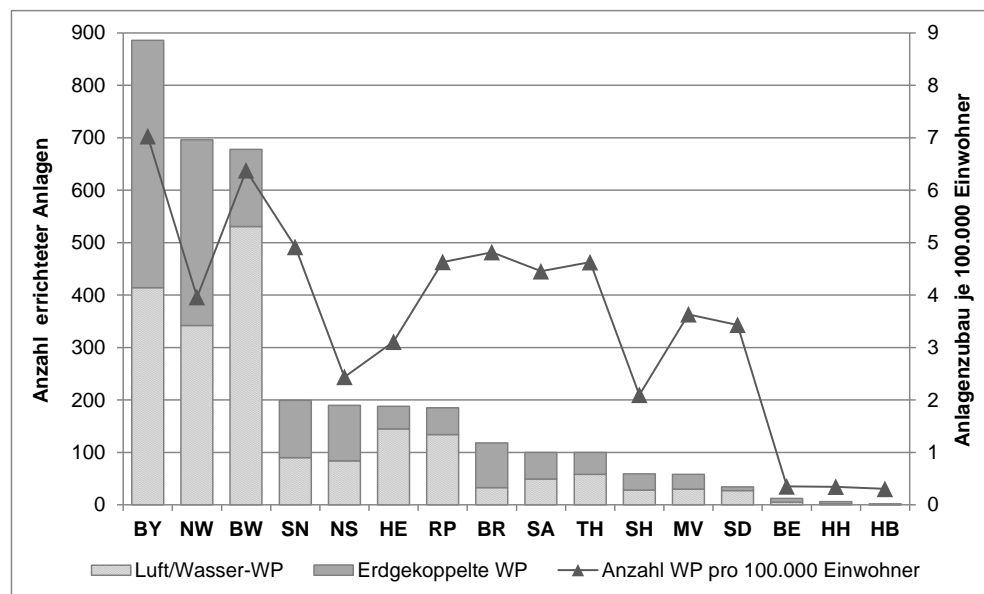


Abbildung 2-2: Regionale Verteilung der 2014 errichteten Wärmepumpen mit BAFA-Förderung

2.2 KfW-Teil

Die Nachfrage nach einer Förderung für Wärmepumpen im Rahmen des KfW-Programms Erneuerbare Energien, Programmteil Premium, ist nach wie vor sehr gering. Es wurden wie im Vorjahr lediglich zwei Wärmepumpen errichtet, deren Tilgungskostenzuschuss bei der KfW im Jahr 2014 wertgestellt wurde. In beiden Fällen handelte es sich um Wasser/Wasser-Wärmepumpen zur Beheizung von Nichtwohngebäuden. Tabelle 2-4 zeigt die insgesamt installierte Leistung, Investitionen, zugesagten Darlehensvolumen und gewährten Zuschüsse.

Tabelle 2-4: Förderübersicht zu KfW-geförderten Wärmepumpen

	Einheit	2012	2013	2014
Anzahl wertgestellter Anlagen	-	0	2	2
Installierte Heizleistung	kW _{th}	0	407	335
Nettoinvestition	[T€]	0	454	443
Kreditvolumen	[T€]	0	453	383
Tilgungszuschuss	[T€]	0	34	27

Aufgrund der sehr geringen Fallzahl im KfW-Teil der Förderung beziehen sich die Evaluationsergebnisse hinsichtlich Marktentwicklung, technologischem Standard und Innovation sowie Anlagenwirtschaftlichkeit im Folgenden ausschließlich auf den BAFA-Teil der MAP-Förderung.

3. Marktentwicklung

3.1 Wachstum der Märkte

Deutschlandweit sind aktuell etwa 850.000 Wärmepumpen mit einer Gesamtleistung von 8,1 GW_{th} installiert [BMW_i 2015]. Im Jahr 2014 war der gesamtdeutsche Absatz an Heizungswärmepumpen zum ersten Mal seit 2010 leicht rückläufig (Abbildung 3-1). Die Verkaufszahlen gingen mit 58.000 Stück um gut 3 % gegenüber dem Vorjahr zurück. Damit nahm die Marktentwicklung bei den Wärmepumpen einen ähnlichen Verlauf wie die fossilen Heizkessel, die 2014 ein Minus von etwa 2 % gegenüber 2013 verzeichneten [BDH 2016]). Die Wärmepumpenbranche begründet den Rückgang beim Wärmepumpenabsatz mit einem allgemein vorherrschenden Sanierungsstau sowie dem derzeit niedrigen Ölpreis-Niveau.

Im gesamtdeutschen Markt liegt der Anteil der Luft/Wasser-Wärmepumpen am Absatz bei ca. 68 %. Diese sind zu etwa gleichen Teilen Monoblock- und Split-Anlagen, wobei letztere in jüngster Zeit deutliche Anteile gewinnen [BWP 2015]. Bei der Kaufentscheidung des Bauherrn zugunsten einer Luft/Wasser-Wärmepumpe spielen die bei der Installation einer Sole/Wasser-Wärmepumpe auftretenden zusätzlichen Belästigungen durch umfangreiche Erdarbeiten auf seinem Grundstück sowie die vergleichsweise geringeren Investitionen, die bei der Installation einer Luft/Wasser-Wärmepumpe erforderlich sind, sicherlich eine Rolle. Der wirtschaftliche Vorteil der Sole/Wasser-Wärmepumpen, der durch höhere Effizienzen insbesondere in Zeiten steigender Endkundenpreise für Strom zum Tragen kommt, wird bei Kaufentscheidungen häufig übersehen. So wurde im Markt bei den erdgekoppelten Wärmepumpen im Jahr 2014 ein Absatzrückgang von mehr als 12 % verzeichnet [BWP 2015]. Als Gründe werden vom Bundesverband neben den hohen Investitionskosten Unsicherheiten durch das notwendige Genehmigungsverfahren für die erforderlichen Bohrungen gesehen.

In Abbildung 3-1 nicht enthalten sind Warmwasser-Wärmepumpen zur ausschließlichen Brauchwasserbereitung. Diese erfreuen sich in letzter Zeit hoher Marktzuwächse, welche vermutlich u.a. auf die verstärkte Eigennutzung von PV-Strom zurückzuführen sind. Im Jahr 2014 wurden 13.400 Warmwasser-Wärmepumpen abgesetzt, was einem Zuwachs gegenüber dem Vorjahr um über 10 % entspricht [BWP 2015].

Im Vergleich zum Gesamtmarkt der Wärmepumpen verlief die Entwicklung des Zubaus MAP-geförderter Anlagen jedoch noch deutlich degressiver. Infolgedessen sank der Marktanteil der durch das MAP induzierten Anlagen noch unter das bereits geringe Vorjahresniveau auf nunmehr 6 % ab.

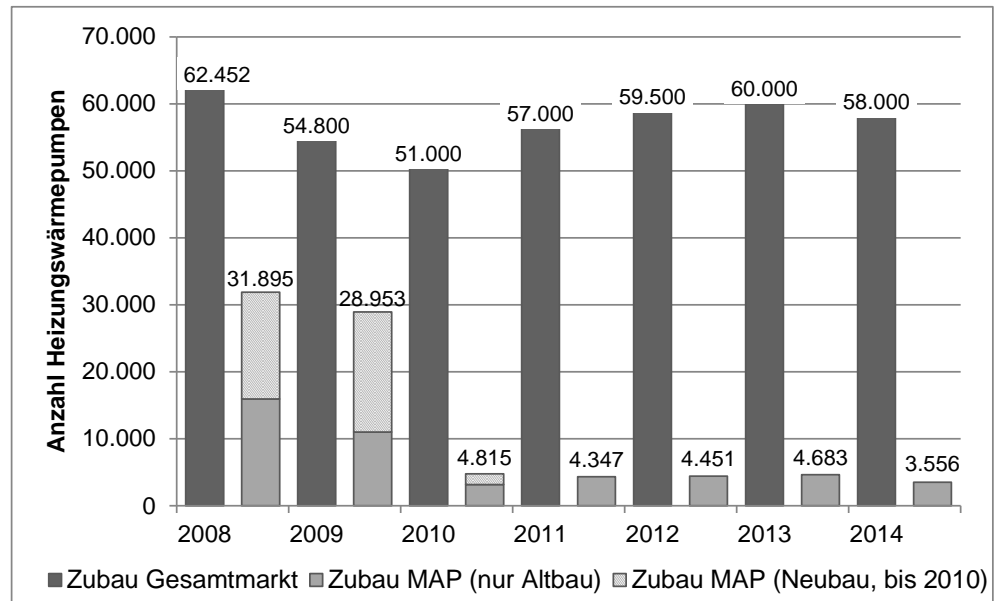


Abbildung 3-1: Entwicklung des Wärmepumpenmarktes gemäß Erhebungen des BWP [BWP 2015] sowie der durch das MAP geförderten Anlagen

Bei der Interpretation der Marktanteile sollte berücksichtigt werden, dass Wärmepumpen häufig im Neubau zum Einsatz kommen, welcher im Evaluierungsjahr 2014 weitestgehend von der Förderung ausgeschlossen war. So nutzten im Jahr 2013 knapp 35.000 fertiggestellte Wohn- und Nichtwohngebäude Wärmepumpen zur Beheizung [StBA 2014]. In grober Näherung wird demnach die Hälfte aller Heizungsärmepumpen im nicht förderfähigen Neubau eingebaut.

Doch selbst unter Berücksichtigung des Neubaus ist festzustellen, dass sich beim MAP im Wärmepumpenbereich ein Rückgang in der Inanspruchnahme zeigt. Während es für die zurzeit allgemein verhaltene Nachfrage nach Wärmepumpen im gesamtdeutschen Heizungsmarkt belastbare Erklärungen gibt (steigende Endkundenstrompreise, niedriges Ölpreisniveau), sind die Ursachen des niedrigen Marktanteils des MAP unsicher.

3.2 Marktstruktur

Der deutsche Wärmepumpenmarkt hat sich in den vergangenen Jahren nicht wesentlich strukturell geändert. Gemäß den Listen der förderfähigen Anlagen, die laufend aktualisiert vom BAFA herausgegeben werden, können im MAP derzeit Wärmepumpen von insgesamt 115 Anbietern² erworben werden (Stand Dezember 2014). Gegenüber dem Vorjahr (Stand Dezember 2013) entspricht dies einem Netto-Rückgang um 2 Anbieter. Auf Basis der BAFA-Förderstatistik konnte ermittelt werden, dass zwar knapp die Hälfte

² Unternehmen, die mehrere Marken auf dem Wärmepumpenmarkt vertreiben, sind entsprechend der Anzahl ihrer Marken in der Liste der Anbieter vertreten.

des Marktes an geförderten Wärmepumpen von den größten fünf Anbietern dominiert wird (siehe Abbildung 3-2). Jedoch wurden im Jahr 2014 geförderte Wärmepumpen von insgesamt 94 Anbietern errichtet – ein Indiz für einen heterogenen Markt, denn dies zeigt nicht nur die hohe Relevanz der „sonstigen“ Anbieter, sondern auch, dass von knapp 82 % der insgesamt 115 Anbieter Wärmepumpen nachgefragt wurden. Viele der Anbieter sind traditionell Hersteller fossiler Kessel; einige Anbieter haben sich hingegen auf Wärmepumpen spezialisiert. Bei den Marktanteilen der führenden Anbieter gab es im Vergleich zum Vorjahr keine bedeutsamen Verschiebungen.

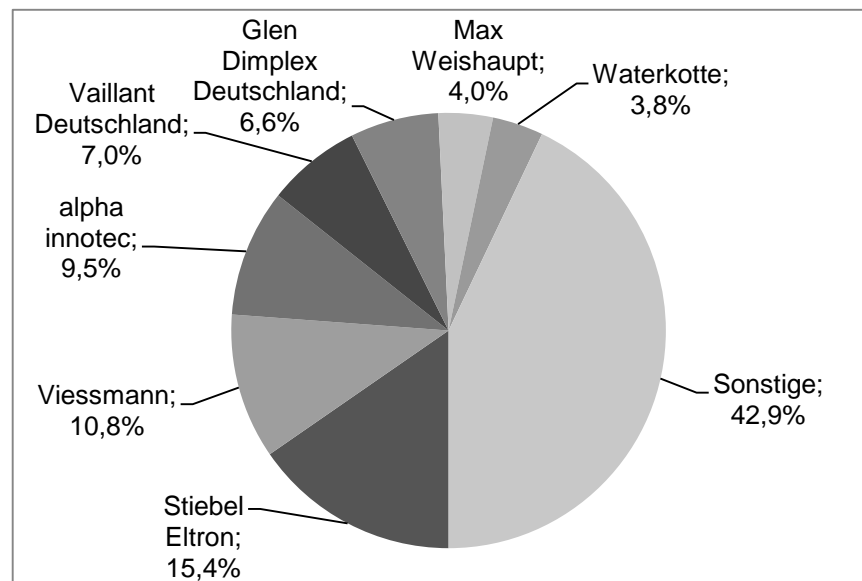


Abbildung 3-2: Marktanteile nach Anbietern 2014 (nur MAP-geförderte Anlagen berücksichtigt)

Der Marktanteil inländischer Hersteller von geförderten Wärmepumpen liegt seit einigen Jahren unverändert bei etwa zwei Drittel. Ca. 22 % der Wärmepumpen wurden in den Ländern Japan, Österreich, Schweden und Irland hergestellt. Der in Deutschland produzierte Anteil der Wärmepumpen wurde durch eine Internetrecherche ermittelt. Bei nur teilweiser Produktion in Deutschland wurde eine Annahme entsprechend der Verteilung der Produktionsstandorte getroffen.

4. Technologischer Standard und Innovation

Stand der technischen Entwicklung

Grundsätzlich haben Wärmepumpen zur Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser eine hohe technologische Reife erreicht. Die technologischen Weiterentwicklungen konzentrieren sich auf eine Verbesserung der Anlageneffizienz (z.B. durch Leistungsregelungen), neue Kältemittel, die Kopplung mit anderen Technologien (z.B. Hybridgeräte (Kombinationen aus Luft/Wasser-

Wärmepumpe und Gas- bzw. Öl-Brennwertkessel), Kopplung mit PV-Anlagen), die Minderung von Schallemissionen insbesondere bei Luft/Wasser-Wärmepumpen sowie Regelungstechniken zur Einbindung der Wärmepumpe in ein intelligentes Stromnetz („SG-ready“-Wärmepumpen).

Entwicklung der Effizienzkennzahlen

Zur Bewertung der Effizienz einer Wärmepumpe sind die Leistungszahl (engl. Coefficient of Performance, COP) sowie die Jahresarbeitszahl (JAZ) die wichtigsten Kenngrößen. Während der COP bei konstanten Betriebsbedingungen im Labor auf dem Prüfstand vermessen wird, finden bei der JAZ auch systemindividuelle und variable Parameter wie die Heizungsvorlauftemperatur und die Wärmequellentemperatur Berücksichtigung. Daher ist die JAZ die wesentliche Kennzahl für die Effizienz einer Wärmepumpe im Betrieb.

Tabelle 4-1 gibt die mittleren COPs und JAZ für Sole/Wasser-, Luft/Wasser- und Wasser/Wasser-Wärmepumpen im Vergleich mit den Vorjahreswerten auf Basis einer insgesamt 335 Wärmepumpen umfassenden Stichprobe mit vollständig ausgefüllten Fachunternehmererklärungen wieder. Zudem zeigt Tabelle 4-1 die mittleren Heizungsvorlauftemperaturen sowie den Anteil der Anlagen, die zumindest teilweise mit einer Fußbodenheizung verbunden sind, da diese Parameter die JAZ wesentlich beeinflussen.

Tabelle 4-1: Vergleich der wesentlichen Effizienzkennzahlen für 2013 und 2014 gemäß den Fachunternehmererklärungen

	Sole/ Wasser	Luft/ Wasser	Wasser/ Wasser
2014			
Anzahl ausgewerteter Anträge	108	191	36
Mittlerer COP	4,64 _{B0/W35}	3,66 _{A2/W35}	5,39 _{W10/W35}
Mittlere JAZ	4,55	3,82	4,68
Anteil Anlagen mit Fußbodenheizung	82%	74%	84%
Max. Heizungsvorlauftemperatur	43°C	44°C	43°C
2013			
Anzahl ausgewerteter Anträge	112	169	45
Mittlerer COP	4,64 _{B0/W35}	3,58 _{A2/W35}	5,30 _{W10/W35}
Mittlere JAZ	4,47	3,72	4,57
Anteil Anlagen mit Fußbodenheizung	75%	74%	91%
Max. Heizungsvorlauftemperatur	45°C	44°C	45°C

Während sich bei den Sole/Wasser-Wärmepumpen keine Änderungen beim mittleren COP gegenüber dem Vorjahr ergaben, verbesserte sich die mittlere JAZ im gleichen Zeitraum um 0,08 Punkte. Die Verbesserung der durchschnittlichen JAZ korrelierte mit einem gestiegenen Anteil an Anlagen mit Anschluss an eine

Fußbodenheizung und damit verbunden einer geringeren maximalen Heizungsvorlauftemperatur. Positiv entwickelte sich auch die mittlere JAZ bei Luft/Wasser-Wärmepumpen (+ 0,09 Punkte), welche mit einer Steigerung des durchschnittlichen COPs um 2,5 % einherging. Auch bei den Wasser/Wasser-Wärmepumpen verbesserten sich gegenüber dem Vorjahr sowohl der mittlere COP (+ 1,7 %) als auch die mittlere JAZ (+ 0,11 Punkte).

Luft/Wasser-Wärmepumpen werden zunehmend monovalent betrieben, d.h. ohne Unterstützung eines weiteren Heizgerätes. Gegenüber dem monoenergetischen Betrieb, bei welchem ein Elektro-Heizstab die Wärmebereitstellung bei sehr niedrigen Temperaturen mit aufrechterhält, hat der monovalente Betrieb nicht nur eine höhere Effizienz zur Folge, sondern auch eine geringere Belastung des Stromnetzes an kalten Tagen. Gemäß den ausgewerteten Fachunternehmererklärungen wurden 2014 etwa 46 % der Luft/Wasser-Wärmepumpen für den monovalenten Betrieb ausgelegt. Diese Entwicklung korreliert auch mit der Zunahme an leistungsgeregelten Luft/Wasser-Wärmepumpen am Markt.

Abbildung 4-1 zeigt zusammenfassend die Entwicklung der COPs und JAZ von geförderten Wärmepumpen im Altbau seit 2008 auf Basis der ausgewerteten Fachunternehmererklärungen in den jeweiligen Jahren. Eine stetige Verbesserung der COPs über den Betrachtungszeitraum ist lediglich bei den Sole/Wasser-Wärmepumpen zu beobachten. Doch auch die COPs der Luft/Wasser-Wärmepumpen haben sich in den vergangenen drei Jahren kontinuierlich verbessert. Gleichwohl ist die Differenz zu den Effizienzkennzahlen der erdgekoppelten Wärmepumpen nach wie vor groß. Die Entwicklung der berechneten und von den Fachunternehmern bestätigten JAZ verläuft weitgehend parallel zur Entwicklung der COPs. Zudem spiegeln sich die unterschiedlichen Anforderungen an die JAZ der mehrfach aktualisierten MAP-Richtlinien in den Jahren wider.

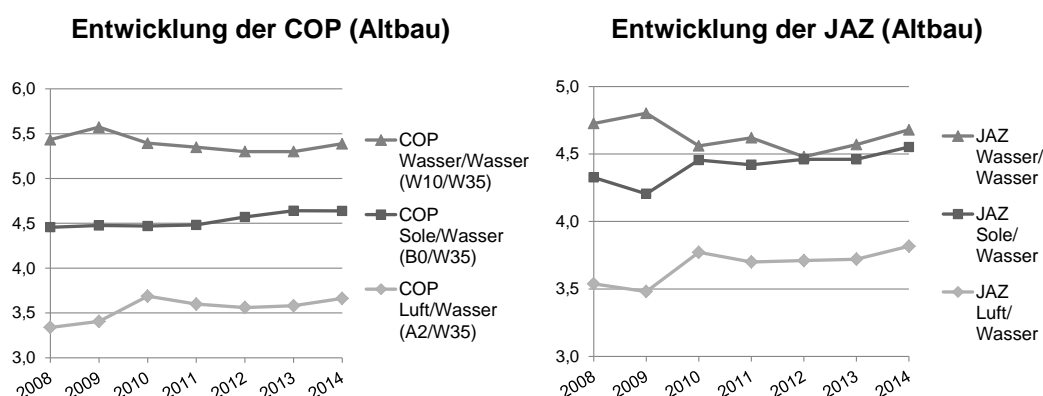


Abbildung 4-1: Entwicklung der durchschnittlichen JAZ und COP von geförderten Wärmepumpen im Altbau

Entwicklung der Anlagenleistungen

Hinsichtlich der mittleren Anlagenleistungen klappt die Entwicklung bei Sole/Wasser-Wärmepumpen und Luft/Wasser-Wärmepumpen auseinander: während erstere in der Vergangenheit eher stiegen, schreibt sich bei letzteren ein Trend hin zu kleineren Anlagenleistungen fort (siehe Abbildung 4-2). Bei Wasser/Wasser-Wärmepumpen ist keine eindeutige Entwicklung beobachtbar. Die mittlere Anlagenleistung beträgt derzeit bei Luft/Wasser-Wärmepumpen 10,3 kW (bei A2/W35), bei Sole/Wasser-Wärmepumpen 13,6 kW (bei B0/W35) und bei Wasser/Wasser-Wärmepumpen 17,0 kW (bei W10/W35). In insgesamt zwar noch geringem, aber zunehmendem Maße werden Wärmepumpen im kleinen Leistungsbereich (< 5 kW) nachgefragt, welche sich für gut gedämmte Gebäude mit niedrigen Heizwärmebedarfen sowie bivalente Verschaltungen anbieten. Diese „Klein-Wärmepumpen“ arbeiten überwiegend mit Außenluft als Wärmequelle. Im Jahr 2014 waren etwa 3 % aller installierten und geförderten Wärmepumpen kleiner als 5 kW.

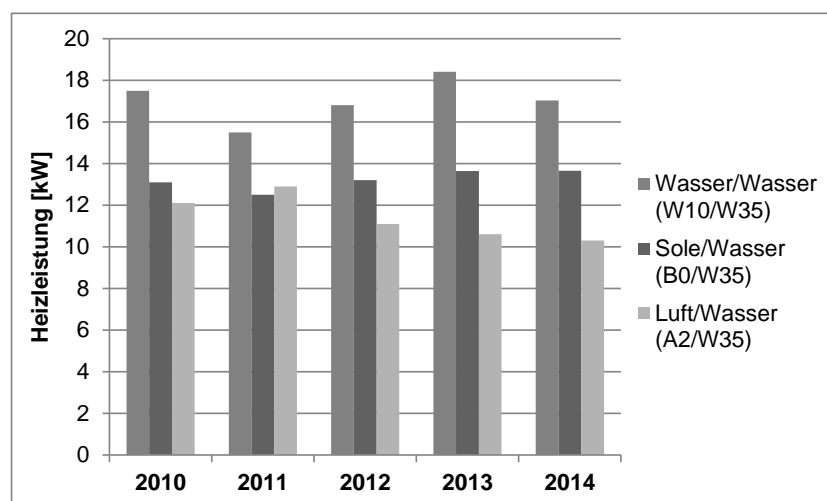


Abbildung 4-2: Entwicklung der durchschnittlichen Heizleistung MAP-geförderter Wärmepumpen im Altbau (Datenbasis: BAFA-Förderstatistik)

5. Anlagenwirtschaftlichkeit

Die Auswertungen zur Anlagenwirtschaftlichkeit basieren auf einer 370 Förderfälle umfassenden Stichprobe mit den beim BAFA eingereichten Rechnungsunterlagen. Die verschiedenen Wärmepumpentypen (Sole/Wasser, Luft/Wasser, Wasser/Wasser, Direktkondensation, Sonstige) wurden beim Ziehen der Stichprobe nach ihren Anteilen an der Gesamtheit der Förderfälle gewichtet. Oftmals sind die beim BAFA eingereichten Rechnungen unvollständig oder fehlen sogar komplett, wodurch sich die auswertbare Stichprobe schmälert. Gerade bei den ohnehin unterrepräsentierten Wärmepumpentypen wie Direktkondensations- und Gas-Wärmepumpen führt dies zu einem nicht mehr belastbaren

Stichprobenumfang. Im Folgenden werden daher nur die Ergebnisse für Sole/Wasser-, Luft/Wasser- und Wasser/Wasser-Wärmepumpenanlagen wiedergegeben. Für das Jahr 2014 konnten für diese drei Wärmepumpentypen zusammengekommen 235 Rechnungen ausgewertet werden.

5.1 Investitionskostenentwicklung

Abbildung 5-1 zeigt die spezifischen Gesamtinvestitionen von geförderten Sole/Wasser-, Luft/Wasser- und Wasser/Wasser-Wärmepumpenanlagen. Die ermittelten Investitionskosten enthalten jeweils einen Brauchwasserspeicher, zugehörige Pumpen, Armaturen und Anschlussmaterial, den Wärmemengenzähler, ggf. den Pufferspeicher, die Montage inklusive hydraulischem Abgleich und Inbetriebnahme sowie bei Sole/Wasser-Wärmepumpenanlagen bzw. Wasser/Wasser-Wärmepumpenanlagen die Erschließung der Wärmequelle³. Eine Degression der spezifischen Kosten mit steigender Heizleistung ist für alle drei Wärmepumpentypen klar erkennbar. Die Schwankungsbreite der Gesamtinvestitionen ist allerdings groß. Die spezifischen Preise der günstigsten und der teuersten Anlage unterschieden sich (bei gleicher Anlagengröße) oftmals um den Faktor 2, in Ausnahmefällen sogar nahezu um den Faktor 4. Wie auch die geringen Bestimmtheitsmaße zeigen, sind daher die ermittelten Regressionsformeln in Abbildung 5-1 mit Vorsicht zu genießen.

³ Rechnungen, bei welchen unklar war, ob alle erforderlichen Anlagenkomponenten enthalten sind, wurden bei der Auswertung nicht berücksichtigt. Eindeutig fehlende Rechnungspositionen wurden durch Mittelwerte aus der Auswertung vollständiger Rechnungen ergänzt. Für fehlende Brunnenanlagen wurden 5.100 € und für Brauchwasserspeicher 1.550 € angesetzt. Bei Sole/Wasser-Wärmepumpen wurden bei nicht enthaltenen Erdsondenanlagen 950 €/kW_{th} und bei fehlenden Erdkollektoranlagen 550 €/kW_{th} verwendet. Montagekosten sind häufig bereits in den Kosten der Komponenten oder im Pauschalpreis enthalten. Bei Rechnungen, in denen eindeutig keine Montagekosten enthalten waren, wurden diese mit einem Wert von 2.300 € (Mittelwert aus eindeutig ausgewiesenen Montagekosten) ergänzt. Etwaige bauseitige Kosten zur Verbesserung der JAZ (z.B. Einbau einer Fußbodenheizung) sind in den angegebenen Investitionskosten nicht enthalten.

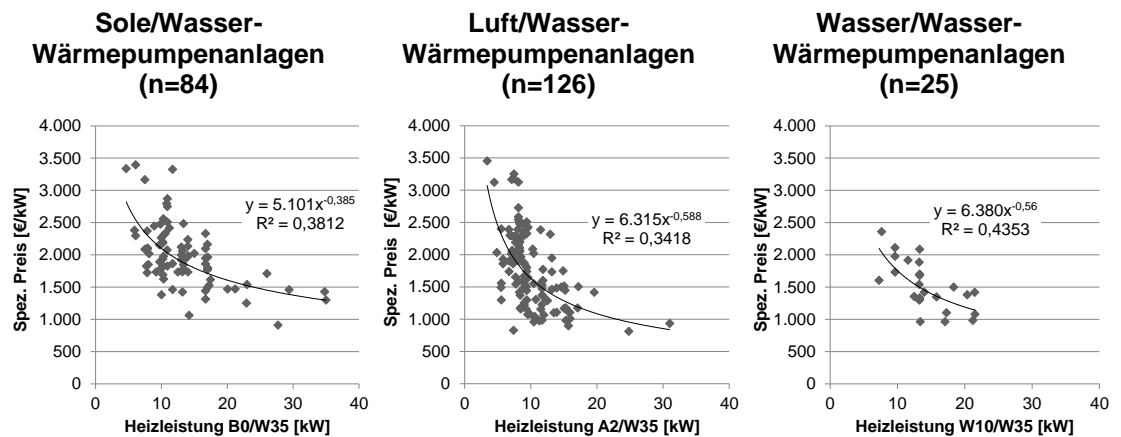


Abbildung 5-1: Spezifische Preise für die Gesamtanlage

Tabelle 5-1 stellt die mittleren Investitionskosten (exklusive Förderanteil) sowie die mittleren Förderbeträge den Vorjahresmittelwerten gegenüber. Die geringsten mittleren Investitionskosten von rund 16.650 € weisen Luft/Wasser-Wärmepumpenanlagen, die höchsten Sole/Wasser-Wärmepumpenanlagen (25.100 €) auf. Mit Ausnahme der Wasser/Wasser-Wärmepumpenanlagen haben sich die Anlagen gegenüber dem Vorjahr absolut betrachtet verteuert (im Mittel um rund 6 %). Bei den Luft/Wasser-Wärmepumpen korreliert diese Verteuerung mit einer verbesserten Effizienz der Geräte (höhere COP sowie Einsatz von Leistungsregelungen, siehe Abschnitt 4). Bei den Sole/Wasser-Wärmepumpen verteuerte sich insbesondere die Erschließung der Wärmequellenanlage. Hier sind Risikoaufschläge im Zusammenhang mit der Gefahr von Bauschäden, die in der Vergangenheit aufgrund fehlerhaft ausgeführter Bohrungen zu beobachten waren, zu vermuten. Darüber hinaus kann die Investitionskostensteigerung durch eine verstärkte Ausstattung der Anlagen mit Pufferspeichern erklärt werden (s.u.). Bei den Wasser/Wasser-Wärmepumpenanlagen ist zu berücksichtigen, dass deren Heizleistung in der betrachteten Stichprobe deutlich unterhalb des Vorjahresmittels lag; spezifisch betrachtet sind auch diese teurer geworden.

Tabelle 5-1: Vergleich der Mittelwerte von Investition und Förderbetrag von Wärmepumpen in den Jahren 2013 und 2014 gemäß Rechnungsauswertung

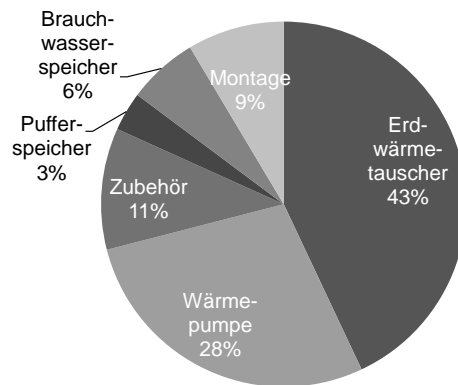
		Sole/ Wasser	Luft/ Wasser	Wasser/ Wasser
2014				
Anzahl ausgewerteter Rechnungen	-	84	126	25
Mittlere Investition (o. MwSt.)	€/Anlage	25.102	16.654	20.613
Mittlere Heizleistung (Stichprobe)	kW/Anlage	13,4	10,0	14,2
Mittlere spezifische Investition	€/kW/Anlage	1.989	1.774	1.522
Mittlerer Förderbetrag	€/Anlage	3.971	1.895	3.870
2013				
Anzahl ausgewerteter Rechnungen	-	91	136	36
Mittlere Investition (o. MwSt.)	€/Anlage	23.510	15.752	20.868
Mittlere Heizleistung (Stichprobe)	kW/Anlage	13,4	11,3	16,8
Mittlere spezifische Investition	€/kW/Anlage	1.896	1.704	1.295
Mittlerer Förderbetrag	€/Anlage	3.806	1.835	4.192

Etwa 75 % aller Wärmepumpen wurden 2014 in Verbindung mit einem neuen Puffer- oder Kombispeicher errichtet. Im Vorjahr betrug der Anteil erst ca. 66 %. Die größere Ausstattung mit Speichern spiegelte sich bei den Sole/Wasser- und Luft/Wasser-Wärmepumpen in gestiegenen mittleren Förderbeträgen wider, da nach den MAP-Richtlinien vom 12. Juli 2012 für die Errichtung ausreichend dimensionierter Pufferspeicher ein Bonus in Höhe von 500 € gewährt wird. Den ausgewerteten Rechnungen zufolge hatten die Speicher mit knapp 500 l (Pufferspeicher) bzw. 770 l (Kombispeicher) geringfügig kleinere Volumina als im Vorjahr.

Ausgehend von der Auswertung der Stichprobe konnte der durchschnittliche Förderanteil, also das Verhältnis von Fördersumme zu ausgelöster Investition, abgeleitet werden. Dieser lag im Jahr 2014 im Mittel bei den Sole/Wasser-Wärmepumpen bei 17 %, bei Luft/Wasser-Wärmepumpen bei 12 % und bei Wasser/Wasser-Wärmepumpen bei 20 %.

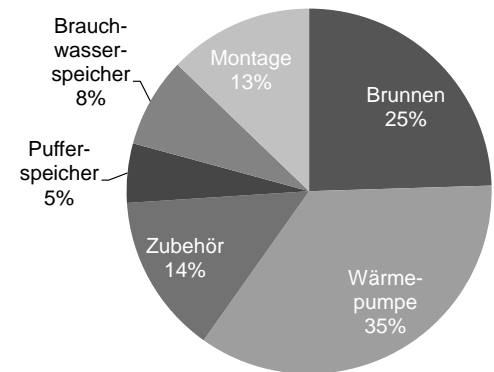
Abbildung 5-2 zeigt die durchschnittlichen Preiszusammensetzungen von geförderten Wärmepumpenanlagen, die zusammen mit einem neuen Warmwasser- und einem Pufferspeicher errichtet wurden. Der Posten „Zubehör“ beinhaltet das erforderliche Anschlussmaterial der Wärmepumpe an den Speicher und das Wärmeverteilsystem inklusive aller Pumpen und Armaturen. Der Wärmemengenzähler ist häufig bereits in die Wärmepumpe integriert. In allen anderen Fällen wurde dieser dem Posten „Zubehör“ zugeordnet.

**Sole/Wasser-Wärmepumpenanlage
(13 kW)**



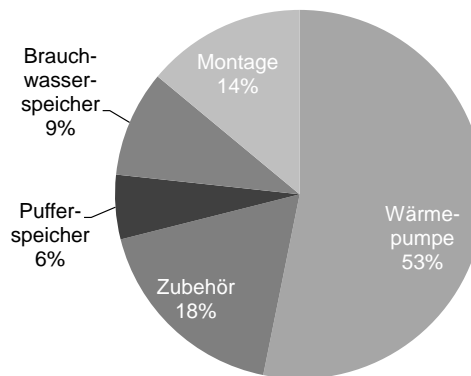
100 % = 25.100 €

**Wasser/Wasser-Wärmepumpenanlage
(14 kW)**



100 % = 20.600 €

**Luft/Wasser-Wärmepumpenanlage
(10 kW)**



100 % = 16.650 €

Abbildung 5-2: Durchschnittliche Preiszusammensetzung von Wärmepumpenanlagen

Im Förderjahr 2014 wurden – ähnlich wie im Vorjahr – 62 % der Sole/Wasser-Wärmepumpen in Verbindung mit Erdsonden, und 33 % mit Erdkollektoren errichtet. Die restlichen Anlagen wurden zusammen mit Eisspeichern oder sonstigen Absorbern installiert (siehe Abbildung 5-3 links). Abbildung 5-3, rechts, zeigt die Installationskosten von Erdsonden und Erdkollektoren auf Basis von 27 Rechnungen von Sole/Wasser-Wärmepumpenanlagen, die in Bezug auf die Wärmequellenanlage vollständig waren. Enthalten sind hierin u.a. Kosten der Erdarbeiten, Materialkosten (Sonden bzw. Kollektoren, Wärmeträgerfluid etc.) sowie etwaige Genehmigungs- und Verwaltungsgebühren. Für Eisspeicher sowie sonstige Arten von Erdwärmequellen konnten aufgrund fehlender (Teil-)Rechnungen keine Kosten ermittelt werden.

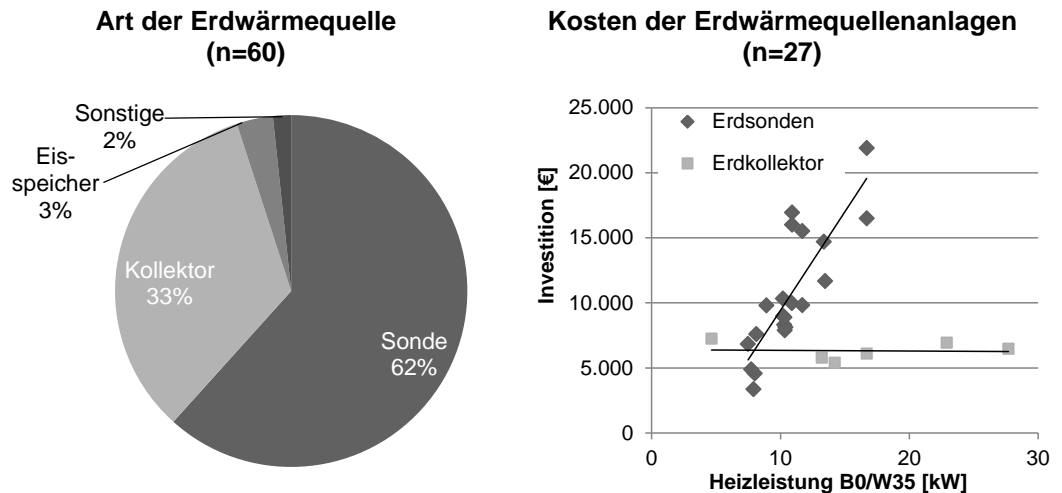


Abbildung 5-3: Verteilung nach Art der Erdwärmequelle (links) sowie Investitionskosten von Erdsonden und Erdkollektoren (rechts)

Erdsondenanlagen kosteten im Mittel 955 €/kW. Erdkollektoranlagen, bei welchen auch in geologischen Risikogebieten in der Regel keine Gefahr von Bauschäden besteht, sind im Mittel günstiger zu erschließen (546 €/kW). Beide Wärmequellentypen verteuerten sich damit im Vergleich zum Vorjahr spezifisch betrachtet um knapp 7 %. Allerdings weist der geringe Stichprobenumfang sowie die nicht existente Kostensteigerung mit steigender Anlagenleistung bei den Erdkollektoranlagen gemäß Abbildung 5-3, rechts, darauf hin, dass die ermittelten Kosten nur begrenzt belastbar sind.

Zusammenfassend gibt Abbildung 5-4 die Gesamtinvestitionskostenentwicklung von Wärmepumpen im Altbau seit der Einführung der Förderung im Jahr 2008 wieder. Bei den Sole/Wasser-Wärmepumpen sanken die mittleren Investitionskosten in den ersten drei Jahren der Förderung. Seit 2012 ist hier jedoch eine kontinuierliche und deutliche Steigerung der Investitionskosten zu beobachten, die sicherlich auch im Zusammenhang mit den in der Vergangenheit aufgetretenen Schäden bei Erdsondenbohrungen und damit verbundenen Risikoaufschlägen steht. Auch Luft/Wasser-Wärmepumpen weisen seit 2012 steigende Investitionskosten auf; die Verteuerungsrates ist allerdings im Mittel geringer als bei den Sole/Wasser-Wärmepumpen. Bei den Wasser/Wasser-Wärmepumpen kann kein eindeutiger Trend der Investitionskostenentwicklung abgeleitet werden, allerdings ist hier die statistische Unschärfe aufgrund geringer Stichprobenumfänge auch besonders hoch.

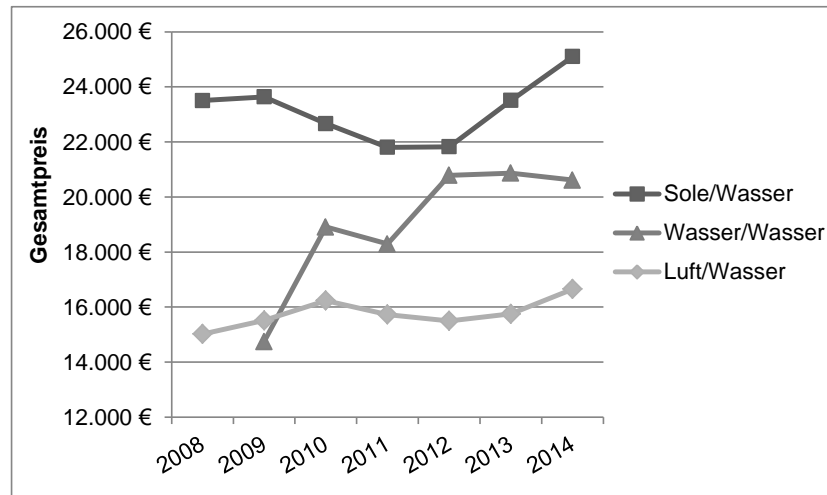


Abbildung 5-4: Entwicklung der durchschnittlichen Gesamtinvestitionen MAP-geförderter Wärmepumpenanlagen

5.2 Energiegestehungskosten

Zum Vergleich der Wirtschaftlichkeit der unterschiedlichen Wärmepumpensysteme untereinander und in Relation zum Referenzsystem Gas-Brennwertkessel werden die Wärmegestehungskosten gemäß VDI 2067 berechnet. Die Rechnung wird für ein saniertes Einfamilienhaus vom Typ E vollzogen. Den Technologien liegt dabei jeweils eine Nennwärmeleistung von 19 kW zugrunde⁴. Die Randparameter für die Wirtschaftlichkeitsberechnung sowie Berechnungen auch für weitere Gebäudetypen sind im Anhang aufgeführt.

Wie aus Abbildung 5-5 ersichtlich ist, variieren die Wärmegestehungskosten je nach Technologie zwischen 17,3 ct/kWh (Wasser/Wasser-Wärmepumpe) und 20,8 ct/kWh (Sole/Wasser-Wärmepumpe). Davon kompensiert die MAP-Förderung etwa 0,4 ct/kWh im Falle der Luft/Wasser-Wärmepumpe bzw. jeweils etwa 1,1 ct/kWh im Falle der beiden erdgekoppelten Wärmepumpentechnologien. Insgesamt liegen die Wärmegestehungskosten aller Wärmepumpen noch deutlich oberhalb derer des Referenzsystems. Der Kostenabstand zum Gas-Brennwertkessel beträgt im günstigsten Fall der Wasser/Wasser-Wärmepumpe 4,0 ct/kWh und im ungünstigsten Fall der Sole/Wasser-Wärmepumpe 7,5 ct/kWh.

⁴ Da auf Basis der Rechnungsauswertung Investitionskosten von Wärmepumpen mit im Mittel deutlich geringeren Nennwärmeleistungen ermittelt wurden, wurden die spezifischen Investitionskosten der 19 kW-Systeme mit Hilfe von Regressionskurven hochgerechnet. Damit sind einige Unsicherheiten verbunden.

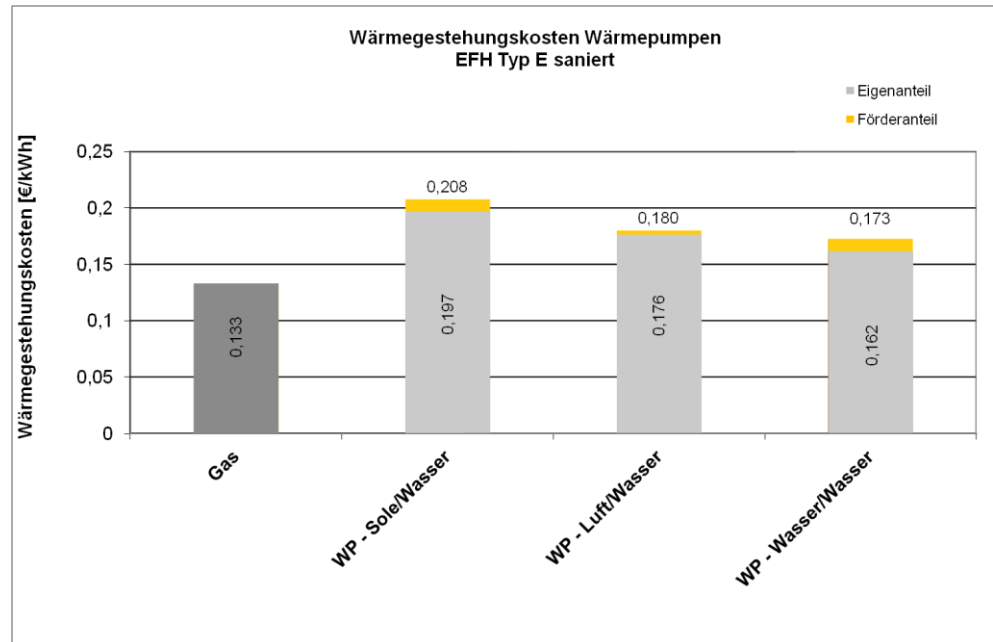


Abbildung 5-5: Wärmegestehungskosten (inkl. MwSt.) von Wärmepumpen für ein saniertes Einfamilienhaus Typ E

In der Evaluierungsperiode von 2012 bis 2014 weisen die Wärmepumpensysteme im Mittel steigende Wärmegestehungskosten auf. Neben gestiegenen Investitionskosten ist dies auch auf höhere Wärmepumpenstromtarife zurückzuführen.

6. Literatur

- BDH 2016 Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie: *10 Jahresverlauf Absatz Wärmeerzeuger Deutschland*. Abgerufen am 01.04.2016 von <http://www.bdh-koeln.de/presse/daten-fakten.html>
- BMWi 2015 Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: *Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2014*. Grafiken und Diagramme unter Verwendung aktueller Daten der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat), Stand Februar 2015
- BWP 2015 Bundesverband Wärmepumpe e.V.: Presseinformation des Bundesverbandes Wärmepumpe vom 22. Januar 2015: *Wärmepumpen-Absatz 2014 leicht rückläufig* <http://www.waermepumpe.de/presse/pressemitteilungen/pressemitteilung/article/waermepumpen-absatz-2014-leicht-ruecklaeufig.html>
- BWP 2016 Bundesverband Wärmepumpe e.V.: Liste EU Zertifizierter Mitglieder und Fachpartner. Abgerufen am 01.04.2016 von <https://www.waermepumpe.de/nc/verband/unsere-mitglieder/>
- ISE 2010 Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE: *Feldmessung Wärmepumpen im Gebäudebestand*. Abschlussbericht. Freiburg, August 2010
- Lahr 2008 Lokale Agenda 21 - Gruppe Energie Lahr: *Schlussbericht Feldtest Elektro-Wärmepumpen*. http://www.agenda-energie-lahr.de/WP_Jahresbericht2006-08.html
- StBA 2014 Statistisches Bundesamt: *Baugenehmigungen / Baufertigstellungen von Wohn- und Nichtwohngebäuden (Neubau) nach Art der Beheizung und Art der verwendeten Heizenergie, Lange Reihen ab 1980*. Wiesbaden, September 2014

Appendix 5: Fachgutachten zum Fördersegment Tiefe Geothermie

Autoren

Sebastian Janczik, Martin Kaltschmitt

Technische Universität Hamburg Harburg, Institut für Umwelttechnik und Energiewirtschaft

1. Einführung

Mit dem Ziel eine zuverlässige, kostengünstige sowie klima- und umweltverträgliche – und damit nachhaltige – Energieversorgung für das 21. Jahrhundert aufzubauen, sollen nach den Beschlüssen der Bundesregierung fossile Energieträger zunehmend durch erneuerbare Energien substituiert und parallel dazu soll auch aus der Nutzung der Kernenergie ausgestiegen werden.

Auch die tiefe Geothermie hat ein hohes Potenzial, merklich zu einer sichereren und klimaverträglicheren Energiebereitstellung beizutragen. Dies gilt insbesondere auch deshalb, weil Erdwärme unabhängig von der Tages- und Jahreszeit kontinuierlich zur Verfügung steht und damit jederzeit nachfrageorientiert die aktuell gegebene Wärme- und/oder Stromnachfrage gedeckt werden kann.

De facto hat sich aber die geothermische Strom- und Wärmebereitstellung in Deutschland deutlich langsamer entwickelt, als es beispielsweise 2003 in einem Bericht des Büros für Technikfolgeabschätzung beim Deutschen Bundestag abgeschätzt wurde. Aber auch weniger euphorische Entwicklungsszenarien und Vorausschauen haben die Probleme, die mit der Erschließung der tiefen Geothermie in Deutschland einhergehen, unterschätzt und deshalb eine deutlich weitergehende Nutzung unterstellt. Gründe, dass sich die geothermische Strom- und Wärmebereitstellung bisher nicht wie gewünscht am Markt entwickeln konnte, sind u. a. die nach wie vor hohen Investitionen – gepaart mit einem entsprechenden Fündigkeitsrisiko, lokalen Akzeptanzproblemen (u. a. wegen potenzieller seismischer Ereignisse) und der im Regelfall gegebenen Notwendigkeit, geeignete Wärmeabnehmer zu finden und diese auch fernwärmetechnisch zu erschließen – und damit die daraus resultierenden hohen Energiegestehungskosten.

Zwar wurden in den vergangenen Jahren die energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen für einen kostendeckenden Betrieb geothermischer Anlagen in Deutschland für unabhängige Investoren verbessert. Die sehr zurückhaltende Marktentwicklung hat aber gezeigt, dass dies anscheinend nicht ausreichend war bzw. ist.

Ziel der nachfolgenden Ausführungen ist es, das Marktanreizprogramm (MAP) für das Förderjahr 2014 für die tiefe Geothermie hinsichtlich Förderstatistik, Marktentwicklung, Technologischer Standard und Innovationen sowie Anlagenwirtschaftlichkeit zu evaluieren und Verbesserungsvorschläge darzulegen.

2. Förderstatistik

Geothermische Anlagen für eine Bereitstellung von Wärme und Strom wurden im MAP in 2014 durch zinsgünstige Darlehen und Tilgungszuschüsse gefördert. Heizwerke und Heizkraftwerke die im Durchschnitt ein Strom-Wärme-Verhältnis von max. $0,15 \text{ kW}_{\text{el}}/\text{kW}_{\text{th}}$ erreichen konnten durch die Förderbausteine Anlagenförderung, Bohrkostenförderung (Bohrtiefe unbegrenzt) und Mehraufwendungen gefördert werden. Kraftwerke und Heizkraftwerke mit einem Strom-Wärme-Verhältnis von über $0,15 \text{ kW}_{\text{el}}/\text{kW}_{\text{th}}$ im Durchschnitt konnten mit den Förderbausteinen Bohrkostenförderung (bis 2.500 m Bohrtiefe) und Mehrkosten gefördert werden.

Aus den von der KfW zur Verfügung gestellten Daten wird ersichtlich, dass in 2014 durch das Marktanreizprogramm zwei Geothermie-Projekte gefördert wurden (Tabelle 2-1).

- Anlage 1 wurde im Rahmen einer Wertstellung für einen anderen Förderbaustein bereits im vergangenen Jahr evaluiert; die Daten der Anlage 1 werden beim Zubau 2014 nicht berücksichtigt.
- Bei Anlage 2 wurden mit der bisher abgeteuften Bohrung die geplanten geologischen Parameter nicht erreicht (die tatsächlich realisierbare Thermalwasserförderrate ist zu gering für einen wirtschaftlichen Betrieb). Die Bohrungen sind allerdings nicht stillgelegt. Nach gegenwärtigem Stand wird entweder eine Ablenkbohrung abgeteuft, dann kann in Abhängigkeit der vorzufindenden geologischen Parameter ein Heizwerk (Dublette) errichtet werden oder es wird eine Erdwärmesonde (Einbohrlochkonzept, mit einer deutlich geringeren thermischen Leistung) errichtet. Die voraussichtlich zugebaute thermische Leistung kann daher für die Anlage 2 zum Erhebungszeitpunkt nicht angegeben werden.

Somit wurde keine durch das MAP geförderte Geothermieranlage in 2014 zugebaut. Die thermische Leistung der in 2014 zugebauten Anlagen und die dabei erwartete jährliche Wärmebereitstellung liegen daher bei 0 MW bzw. 0 GWh.

Tabelle 2-1: Kennwerte der in 2014 geförderten Anlagen und Summen der Vorjahre

	Geoth. Leistung		Erwartete Wärme- erzeugung	Erwartete Strom- erzeugung	Netto- investition	Darlehen	Wertge- stellter Tilgungs- zuschuss
	in MW _{th}	in MW _{el}	in GWh/a	in GWh/a	in Mio. €	in Mio. €	in Mio. €
Anlage 1	6,4 ¹	-	25,0 ¹	-	19,1 ¹	0,95 ¹	0,95 ¹
Anlage 2	- ²	-	- ²	-	37,4 ¹	2,3 ¹	2,1 ¹
Summe 2014	0	0	0	0	37,4 ³	3,3	3,1
Summe 2013	32,8	3,5	86,1	21,0	80,2	15,4	6,6
Summe 2012	97,9	8	204,4	34,5	180,5	12,7	7,2
Summe 2011	17,6	-	66,9	-	28,9	19,5	7,0
Summe 2010	28,4	-	161,9	-	66,3	23,4	15,9

¹ Nach Angaben KfW. ² Nutzung der Anlage (Dublette oder Einbohrlochkonzept) zum Erhebungszeitpunkt unklar; daher können keine Angaben getätigt werden. ³ Die Investitionen der Anlage 1 wurden bereits bei der letztjährigen Evaluation berücksichtigt.

Für Anlage 1 wurde in 2014 ein Tilgungszuschuss „Anlagenförderung“ (0,95 Mio. €) sowie für Anlage 2 ein Tilgungszuschuss „Bohrkostenförderung“ (0,98 Mio. €) und ein Tilgungszuschuss „Mehraufwendungen“ (1,1 Mio. €) wertgestellt. Die Gesamtsumme der wertgestellten Tilgungszuschüsse beziffert sich auf 3,1 Mio. €; die Summe der wertgestellten Tilgungszuschüsse ist geringer als in den Vorjahren (6,6 Mio. € 2013, 7,2 Mio. € 2012, Tabelle 2-1).

Insgesamt lassen sich die Nettoinvestitionen auf 37,4 Mio. € angeben (die Investitionen der Anlage 1 wurden dabei nicht berücksichtigt; die Anlagen wurde bereits im vergangenen Jahr evaluiert). Im Vergleich zu den Vorjahren sind die ausgelösten Investitionen deutlich gesunken; in 2014 wurden deutlich weniger Anlagen gefördert als in den Jahren zuvor (Tabelle 2-1).

Zusammengenommen wurden 10 Tranchenzusagen (5 für den Förderbaustein „Bohrkostenförderung“, 2 für den Förderbaustein „Mehraufwendungen“, 3 für den Förderbaustein „Anlagenförderung“) für 4 Projekte in 2014 erteilt. Die Gesamtsumme der in 2014 zugesagten Darlehen beziffert sich auf 15,6 Mio. €. Die zugesagten Darlehen liegen damit deutlich über denen aus dem vergangenen Jahr, aber auf einem gleichen Niveau wie die Jahre davor (0,95 Mio. € 2013, 12,2 Mio. € 2012; 18,0 Mio. € 2011; 28,9 Mio. € 2010).

3. Marktentwicklung

Im Folgenden wird die Marktentwicklung für geothermische Anlagen zur Wärme-, Strom- bzw. kombinierten Strom- und Wärmebereitstellung in Deutschland dargestellt.

3.1 Wachstum der Märkte

Es wird nachfolgend zunächst die ausschließliche geothermische Wärmebereitstellung und anschließend die geothermische Strom- bzw. kombinierte Strom- und Wärmebereitstellung diskutiert (in Anlehnung an [1] und [2]).

Ausschließliche Wärmebereitstellung

Ende 2014 waren in Deutschland für eine ausschließliche geothermische Nah- und Fernwärmebereitstellung rund 30 Anlagen installiert. Bei einer geschätzten thermischen Gesamtkapazität von etwa 210 MW wurden dadurch rund 570 GWh an Wärme im Jahr 2014 bereitgestellt (Abbildung 3-1). Rund 70 % aller in Deutschland installierten geothermischen Heizwerke wurden durch das MAP gefördert [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8].

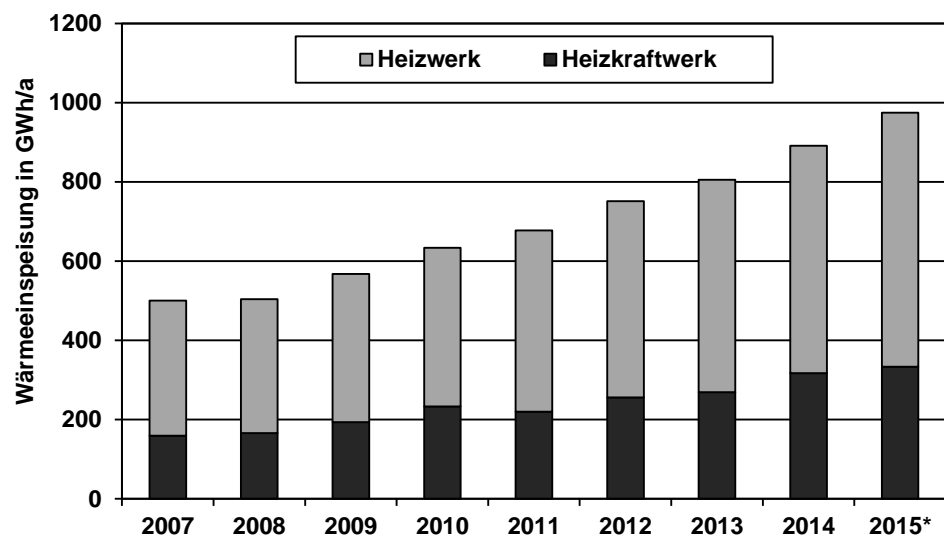


Abbildung 3-1: Bereitgestellte Wärme aus tiefer Geothermie (* Prognose)
[1], [2].

Die Nutzung des tiefen Untergrundes für eine ausschließliche Wärmebereitstellung wurde in 2014 nur sehr begrenzt weiter ausgebaut; zwar gingen keine neuen Anlagen ans Netz, doch wurden vereinzelt Anlagen vergrößert. So wurden beispielsweise die Bauarbeiten für die 2. Dublette des Heizwerkes in Unterföhring in 2014 abgeschlossen. Ist die komplette Anlage fertiggestellt, soll sich die thermische

Leistung des geothermischen Heizwerkes dadurch verdoppeln [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8].

Ausgehend von den besonders guten geologischen Bedingungen wird der überwiegende Teil der geothermischen Wärmebereitstellung wie in den letzten Jahren auch noch immer im Süden und im Südwesten von Deutschland (d. h. Bayern, Hessen, Rheinland-Pfalz) realisiert¹; schätzungsweise mindestens 85 % der in Deutschland bereitgestellten geothermischen Wärme werden hier produziert. Im Norden Deutschlands (d. h. Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg) sind dagegen nur vergleichsweise wenig geothermische Heizwerke installiert (Tabelle 3-1) [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8].

Tabelle 3-1: Ausgewählte Projekte zur geothermischen Wärmebereitstellung in Deutschland [1], [2] (H Fernwärme, S Strombereitstellung, T Balneologie)

Projekt	Leistung in MW ¹⁾	Temperatur in °C	Förderrate in l/s	Bohrtiefe in m	Art der Nutzung ²⁾
Aschheim, Feldkirchen, Kirchheim	19,0	85	75	2 360	H
Erding	10,0	65	55	2 200	H/T
Ismaning	7,0	78	85	1900	H
München-Riem	9,0	93	60	2 746	H
Neubrandenburg	3,8	54	28	1 250	H
Neuruppin	1,25	60	14	1 900	H/T
Neustadt-Glewe	10,4	98	35	2 250	H
Poing	7,0	75	80	3 000	H
Pullach	15,0	102	43	3 930	H
Simbach-Braunau	7,0	80	80	1 942	H
Straubing	4,1	36	45	825	H/T
Unterhaching	38	125	150	3 446	S/H
Unterföhring	9,0	86	75	2 512	H
Unterschleißheim	12,9	81	90	1 960	H
Waldkraiburg	13,5	108	65	2 650	H
Waren-Müritz	1,3	63	17	1 566	H

In Deutschland wird die geothermische Wärmebereitstellung aller Voraussicht nach in den kommenden Jahren infolge der doch immer noch erheblichen technischen und organisatorischen Herausforderungen nur geringfügig ausgebaut werden. So soll beispielsweise in den nächsten Jahren eine geothermische Heizzentrale den Münchner Stadtteil Freiam umweltschonend mit Wärme versorgen [9]. Zusammengenommen ist zu erwarten, dass die Gesamtkapazität aller deutschen geothermischen Heizwerke Ende 2015 eine thermische

¹ Für eine geothermische Nutzung des tiefen Untergrundes für eine Wärme- bzw. Strombereitstellung sind Mindestanforderungen bzgl. Thermalwassertemperatur und Thermalwasserförderrate zu berücksichtigen. Besonders günstige geologische Bedingungen sind dabei insbesondere im Oberrheingraben und im süddeutschen Molassebecken vorzufinden.

Gesamtleistung von rund 230 MW nicht übersteigt. Unter diesen Bedingungen ist es dann möglich rund 640 GWh/a an geothermische Wärme bereitzustellen [1], [2].

Strom- und kombinierte Strom- und Wärmebereitstellung

Ende 2014 waren in Deutschland zusammengekommen acht geothermische Kraft- bzw. Heizkraftwerke in Betrieb. Die elektrische Leistung des dabei genutzten Kraftwerksparks lag bei rund 33 MW (30 MW, 2013). Die gesamte thermische Leistung der gekoppelten Wärmebereitstellung in den Heizkraftwerken lag bei etwas mehr als 100 MW [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8].

Durch den geothermischen Kraftwerkspark wurden in 2014 rund 100 GWh Strom (80 GWh, 2013), Abbildung 3-2) in das elektrische Verteilnetz eingespeist. Die dabei in 2014 realisierte gekoppelte geothermische Wärmeeinspeisung lag bei etwa 320 GWh/a (2012 270 GWh/a, Abbildung 3-1) [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8].

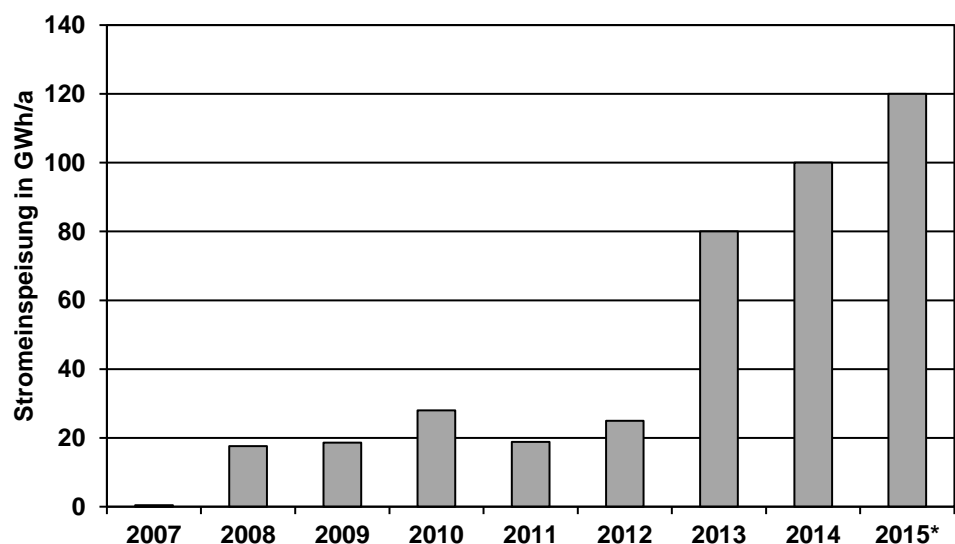


Abbildung 3-2: Bereitgestellter Strom aus tiefer Geothermie (* Prognose) [1], [2]

Neben den bereits im Betrieb stehenden Projekten in Bruchsal, Landau und Insheim (alle Oberrheingraben) sowie Unterhaching, Sauerlach, Kirchstockach und Dürrenhaar (alle süddeutsches Molassebecken) wurde in Oberhaching-Laufzorn (süddeutsches Molassebecken) ein weiteres Geothermieheizkraftwerk in 2014 fertig gestellt. In Kirchweidach und Traunreut sind weitere Anlagen im Bau; diese stellen zum Teil bereits Wärme bereit und werden als Heizkraftwerke die kommenden Jahre weiter ausgebaut [1], [2].

Somit ist die Nutzung des tiefen Untergrundes für eine Strom- bzw. kombinierte Strom und Wärmeerzeugung auf Grund der günstigen geologischen Bedingungen (d. h. Thermalwasserfließrate und

Temperatur) im Oberrheingraben und im süddeutschen Molassebecken noch immer auf den Süden der Bundesrepublik begrenzt; im norddeutschen Becken wird weiterhin nur eine ausschließliche Wärmebereitstellung realisiert; Tabelle 3-2 zeigt Kenndaten ausgewählter Projekte. Bisher wurde kein am Netz stehendes Geothermiekraftwerk durch das MAP gefördert. Entsprechende durch das MAP geförderte geothermische Kraftwerke sind bis dato noch nicht fertiggestellt worden bzw. im Bau [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8].

Tabelle 3-2: Ausgewählte Projekte zur geothermischen Stromerzeugung in Deutschland [1], [2]

Region	Elektrische Leistung, Fördertemperatur, -rate, Bohrtiefe				B	W
	in MW	in °C	in l/s	in m		
Oberrheingraben						
Bruchsal	0,55	123	24	2 500	D	+
Insheim	5	160	80	3 300	D	+
Landau	3,8	160	70	3 340	D	+
Süddeutsches Molassebecken						
Aying-Dürrnhaar	5,5	> 130	130	3 720	D	–
Kirchstockach	5,5	> 130	130	3 750	D	–
Sauerlach	5	140	110	4 230	T	–
Unterhaching	3,36	125	150	3 486	D	+
Oberhaching- Laufzorn	3,8	127	140	4 083	D	+

Im vergangenen Jahr wurden neben den bereits realisierten Projekten weitere Entwicklungsaktivitäten bekannt. Derzeit sind in Deutschland rund zehn Geothermievorhaben mit dem Ziel einer Strom- bzw. kombinierten Strom- und Wärmebereitstellung weiterhin im Bau. Der überwiegende Anteil der Anlagen wird dabei im Süden Deutschlands (d. h. im süddeutschen Molassebecken) errichtet werden. Ist es möglich, die derzeit laufenden Aktivitäten planmäßig umzusetzen, so dürfte Ende 2015 die installierte elektrische Leistung des geothermischen Kraftwerksparks bei etwas mehr als 40 MW liegen. Mit diesen Anlagen könnten dann rund 120 GWh/a an Strom und 320 GWh/a an KWK-Wärme erzeugt werden (Abbildung 3-1 und Abbildung 3-2) [1], [2].

Im Bereich der geothermischen Strom- bzw. kombinierten Strom- und Wärmebereitstellung bestanden in 2014 wie in den vergangenen Jahren auch Wechselwirkungen mit dem Erneuerbaren Energien Gesetz (EEG).

Grundsätzlich ist zu beobachten, dass die Projektentwicklung geothermischer Kraft- bzw. Heizkraftwerke weiterhin durch das EEG getrieben wird. Bei den, durch hohe Anfangsinvestitionen gekennzeichneten, geothermischen Kraftwerksprojekten ist eine verlässliche Re-

finanzierung durch langfristige Stromvergütungen entscheidend für eine ohnehin risikobehaftete Investition.

Aus gegenwärtiger Sicht ist aber eine Überförderung der entsprechenden Anlagen durch das EEG und das MAP nicht zu beobachten.

3.2 Marktstruktur

Im Folgenden werden die wesentlichen aktiven Akteure im Rahmen einer Projektrealisierung dargestellt. Dies betrifft Projektentwickler/Planungsbüros und verschiedene Spezialfirmen (in Anlehnung an [9]).

Planungsbüros und Projektentwickler: Mit dem Ziel ein Geothermieprojekt zu planen bzw. zu entwickeln sind in Deutschland zahlreiche Ingenieurbüros aktiv. Zusätzlich dazu werden Consultingleistungen zur Lösung geologischer-hydrogeologischer, bohrtechnischer und verfahrenstechnischer/kraftwerkstechnischer Fragestellungen angeboten. Die Anzahl derartiger Projektentwickler bzw. Planer wird für Deutschland auf maximal rund 15 geschätzt [9].

Spezialfirmen: Für den Bau der Geothermieranlagen bzw. für die Herstellung der einzelnen Anlagenkomponenten geothermischer Kraft- und Heizwerke ist ein Einsatz von Spezialfirmen notwendig. Die entsprechenden Akteure werden nachstehend kurz diskutiert:

- **Geologische Dienste.** Für einen wirtschaftlichen Anlagenbetrieb müssen relevante Thermalwasserparameter (d. h. Fördermenge, -temperatur und -druck) möglichst genau vorhergesagt werden können. Hierzu sind geologische bzw. seismische Untersuchungen notwendig. Für diese Tätigkeiten sind in Deutschland geschätzte fünf Spezialfirmen aktiv [9].
- **Bohrtechnik.** Nur rund sechs verschiedene Bohrunternehmen haben die Bohrungen für die in Deutschland fertiggestellten bzw. kurz vor der Inbetriebnahme befindlichen geothermischen Anlagen niedergebracht. Der überwiegende Anteil der Bohr-Unternehmen kommt dabei aus Deutschland. Die Bohrkosten sind dabei außerordentlich stark von der Verfügbarkeit der Bohrgeräte abhängig und deshalb sehr starken Schwankungen unterworfen [9].
- **Kraftwerke.** Weltweit bieten geschätzte sieben Unternehmen Geothermie-Niedertemperatur-Kraftwerke am Markt an. Der einzige deutsche Hersteller für Kalina-Kraftwerke hat sich mittlerweile aus dem Geschäftsbereich zurückgezogen. Das Unternehmen vertreibt aber immer noch ORC-Turbosätze. Die in Deutschland verbauten Kraftwerke wurden von geschätzten fünf verschiedenen Herstellern gebaut [9].
- **Tiefpumpen.** Weltweit werden die für einen Einsatz in geothermischen Anlagen geeigneten Tiefpumpen lediglich von rund drei Herstellern angeboten. Insgesamt wird der Markt für Tiefpumpen aber primär von der Erdöl/Erdgasbranche domi-

niert. Tiefpumpen für eine Anwendung in geothermischen Anlagen spielen demgegenüber nur eine untergeordnete Bedeutung. Nichts desto trotz lässt sich beobachten, dass vermehrt Unternehmen, welche bisher ausschließlich Tiefpumpen für eine Förderung von Erdöl hergestellt haben, neue Pumpenkonzepte für eine geothermische Nutzung am Markt anbieten. Die in deutschen Anlagen verbauten Tiefpumpen wurden schätzungsweise von rund drei verschiedenen Herstellern geliefert [9].

Zusätzlich dazu sind weitere Akteure aktiv. Versicherungen sichern beispielsweise die mit der Erschließung geothermischer Reservoirs verbundenen Risiken ab (Fündigkeitsrisikoversicherung, Betriebshaftpflicht, Versicherungen für das Bohrrisiko oder Bergschäden als Folge seismischer Aktivitäten), Investoren stellen das benötigte Fremdkapital zur Verfügung und zu Beginn der Projektrealisierung spielen die Bergämter bei Erteilung verschiedener Genehmigungen eine entscheidende Rolle. Wesentliche Akteure können zudem Kommunen, die verschiedenen Bundesländer und der Bund sein [9].

4. Technologischer Standard und Innovation

Der Bau und Betrieb von geothermischen Anlagen zur Wärme-, Strom- bzw. kombinierten Strom- und Wärmebereitstellung ist nach wie vor mit einer Vielzahl von Risiken behaftet. Nachfolgend werden spotlichtartig einige Aspekte diskutiert (in Anlehnung an [2], [9]).

- Die Herstellung der Bohrungen dominiert die Gesamtinvestitionen eines Geothermieprojektes bis zu zwei Drittel. Aus diesem Grund hat die Entwicklung an die Bedingungen der Geothermienutzung optimal angepasster Bohrverfahren höchste Priorität, um die Bohrungsabteufung schneller – und damit vor allem kostengünstiger – zu realisieren. Besonders vielversprechend können in diesem Zusammenhang eine Erhöhung der Lebensdauer von Bohrwerkzeugen (d. h. Verlängerung der Round Trip-Zeiten) und eine deutliche Reduktion von Energie- und Materialverbrauch während der Bohrung (d. h. auch innovative Verrohrungs- bzw. Komplettierungskonzepte) sein [2], [9].
- Noch immer entsprechen die in Deutschland verfügbaren Tiefpumpen nicht den Anforderungen der tiefen Geothermie. Oft müssen die entsprechenden Anlagenbauteile schon nach einer kurzen Einsatzzeit repariert bzw. kostenintensiv ausgetauscht werden. Folge davon sind dann Stillstände mit allen damit verbundenen ökonomischen Konsequenzen. Dies liegt z. T. auch darin begründet, dass der Markt für Tiefpumpen sehr begrenzt ist und nur wenige Hersteller entsprechende Aggregate anbieten (vgl. Kapitel 3.2) [2], [9].
- Zusätzlich muss der Eigenverbrauch bzw. die Effizienz der obertägigen Kraftwerke in den kommenden Jahren deutlich reduziert bzw. gesteigert werden. Deshalb kommt einer Optimierung der ORC- oder Kalina-Kraftwerke in Bezug auf eine Steigerung der Stromwirkungsgrade eine besondere Bedeutung zu. Dies kann zum einen über einen Einsatz verbesserter Anlagentechnik (z. B. bessere Turbinen- und Pumpentechnik) und andererseits über angepasste Prozessschaltungen (u. a. Mehrdruckprozesse, überkritische Kraftwerke, Einsatz zeotroper Stoffgemische) realisiert werden. Erste Mehrdruckkraftwerke gingen in 2013 (Kirchstockach, Dürrenhaar, Sauerlach) bereits in Betrieb; zusätzlich soll in Kirchweidach ein überkritisches ORC-Kraftwerk die kommenden Jahre errichtet werden. Diese Ansätze müssen in den nächsten Jahren ihre Praxistauglichkeit zeigen [2], [9].
- Auf Grund der oft aggressiven Thermalwasser sind auch noch nicht alle Korrosionsprobleme zufriedenstellend gelöst. Aus diesem Grund werden Bestrebungen forciert, standardisierbare Verfahren zu entwickeln, mit denen unter Berücksichtigung der damit verbundenen Kosten effizient eine Materialauswahl getroffen werden kann, die u. a. eine lange

technische Lebensdauer der Einzelkomponenten verspricht [2], [9].

- An einigen Standorten von Geothermieranlagen ist es als Folge der Speicherstimulation und/oder des Anlagenbetriebs zu geringen seismischen Ereignissen gekommen. Um den Untergrund besser zu verstehen, wurden verschiedene Forschungsaktivitäten gestartet und erste Konzepte zur Vermeidung bzw. Reduzierung derartiger Ereignisse erarbeitet. Mit dem Ziel die Akzeptanz einer geothermischen Strom- bzw. kombinierten Strom- und Wärmeerzeugung lokal und überregional zu verbessern, gilt es, diese Ansätze weiter zu verifizieren, zu optimieren und lokal zu implementieren. Erfolgreiche Ergebnisse der entsprechenden Projekte müssen zusätzlich dazu der breiten Öffentlichkeit zugänglich werden [2], [9].
- Oft enthalten die aus dem tiefen Untergrund geförderten Thermalwässer radioaktive Verbindungen, welche sich dann an den Über-Tage-Komponenten niederschlagen oder über die, in den Thermalwasserkreislauf integrierten, Filtersystemen abgeschieden werden können. Um die damit potenziell verbundenen Probleme möglichst zu minimieren, wurden entsprechende Konzepte entwickelt. Diese ersten Ansätze müssen zukünftig an die konkreten Anforderungen der Praxis optimiert und implementiert werden [2], [9].
- Wegen der mit einer geothermischen Nutzung verbundenen seismischen Ereignisse, formierten sich vereinzelt Proteste auf lokaler Ebene. Dies führte zum Teil auch überregional zu einer merklichen Abnahme der Akzeptanz für die tiefe Geothermie in Deutschland. Mit dem Ziel die geothermische Nutzung in Deutschland weiter auszubauen, ist es wesentlich, dass entsprechende Kommunikationsstrategien weiterentwickelt und umgesetzt werden. Hier sind bereits verschiedene Forschungsprojekte durchgeführt worden; entsprechend erarbeitete Ansätze finden bereits in neu initiierten Geothermieprojekten Anwendung [2], [9].
- Resultierend aus dem bisher verhaltenen Ausbau der tiefen Geothermie in Deutschland, ist das entsprechende Marktvolumen bisher noch sehr überschaubar (Kapital 3.2). Deshalb wurden die noch immer möglichen Kostenreduktionspotentiale noch nicht erreicht. Insbesondere bei der Bohrungsabteufung sind aber noch technische Verbesserungen (z. B. Erhöhung der Lebensdauer von Bohrwerkzeugen, deutliche Reduktion von Energie- und Materialverbrauch, geringere Bohrzeiten) und dadurch Kostensenkungen möglich. Entsprechende Entwicklungen werden aber immer noch von der Erdöl-/Erdgasindustrie getrieben. Aus diesem Grund hat eine Entwicklung an die Bedingungen der Geothermienutzung optimal angepasster Bohrverfahren höchste Priorität [2], [9].

Zwar konnten somit in den vergangenen Jahren z. T. technische Fortschritte beim Bau und Betrieb geothermischer Heiz-, Kraft- bzw.

Heizkraftwerke beobachtet werden, doch erscheint es wegen der geringen Anzahl der bisher gebauten Projekte sowie der standortabhängigen Technologie aus gegenwärtiger Sicht nicht sinnvoll, im Rahmen des MAP zu erfüllende Standards zu definieren.

5. Anlagenwirtschaftlichkeit

Nachfolgend wird die Entwicklung der Investitionen und abschließend die Entwicklung der Energiegestehungskosten für die in 2014 geförderten geothermischen Anlagen diskutiert.

5.1 Entwicklung der Investitionen

Die Anlage 1 wurde bereits in 2013 durch eine Förderung für andere Förderbausteine erfasst. Es konnten für Anlage 1 aus den erhobenen Daten der KfW alle Investitionen ermittelt und ausgehend davon die spezifischen Investitionen berechnet werden.

Tabelle 5-1: Durchschnittliche spezifische Investitionen der geförderten Anlagen

Projekt	Geoth. Leistung		Nettoinvestitionen	Spezifische Investitionen
	in MW _{th}	in MW _{el}	in Mio. €	in €/kW _{th}
Anlage1	6,4 ¹	-	19,1 ¹	2.984 ¹
Durchschnitt 2014	-	-	-	2.948
Durchschnitt 2013	-	-	-	1.929
Durchschnitt 2012	-	-	-	2.907 ¹
Durchschnitt 2011	-	-	-	2.590
Durchschnitt 2010	-	-	-	2.511

¹ nach Angaben KfW

Die spezifischen Investitionen der Anlage 1 liegen bei rund 3.000 €/kW_{th} und befinden im Vergleich zu den durchschnittlichen Investitionen der Vorjahre in einer vergleichbaren Bandbreite (Tabelle 5-1). Grund für entsprechende Abweichungen/Unterschiede sind die standortabhängigen Unterschiede hinsichtlich der Investitionen für die Verfügbarmachung des tiefen Untergrundes (d.h. Bohrungsabteufung, Stimulation, Fördertests), für den Thermalwasserkreislauf, für das Heizwerk und weitere Investitionen (z. B. Planung und Projektmanagement).

Die Investitionen für die Bohrung sind besonders stark von den konjunkturabhängigen Bohrraten abhängig; allgemeingültige und übertragbare Aussagen sind aus diesem Grund nur sehr eingeschränkt möglich. Es hat sich aber gezeigt, dass die Investitionen für die Bohrung im großen Maße durch die Bohranlagenmiete (einschließlich Personal- und Energiekosten) bestimmt werden. Sie macht durchschnittlich 36 % der Gesamtinvestitionen einer Tiefbohrung aus. Auf die Bohrplatzeinrichtung und dessen Wiedernutzbarmachung nach der erfolgreichen Bohrung entfallen ca. 4 % der Gesamtinvestition,

auf Meißel und Richtbohrservice rund 15 %, auf Spülungs- und Zementationsservice etwa 12 %, auf Verrohrung einschließlich Steigrohre ca. 20 % und auf die Sondenkopfkomplettierung ca. 12 % der gesamten Kosten. Je nach den lokalen Gegebenheiten können sich diese Anteile aber z. T. merklich verschieben [10].

Die Investitionen der übertägigen Anlagenkomponenten (d. h. Förderpumpe, Thermalwasserkreislauf und Heiz- bzw. Heizkraftwerk) werden im Wesentlichen durch die Thermalwasserparameter (d. h. Fließrate und Temperatur) bestimmt. Wird insgesamt mehr Wärme bei einer hohen Fließrate oder Thermalwassertemperatur aus dem tiefen Untergrund gefördert, so können die einzelnen Anlagenkomponenten entsprechend größer dimensioniert werden. Dies resultiert dann in entsprechend höheren Investitionen [10].

Für Anlage 1 werden für den Untertageteil rund 67 % und für den Obertageteil rund 33 % der Gesamtinvestitionen fällig (2013 Untertageteil 65 bis 78 %; Obertageteil 22 bis 35 %).

5.2 Energiegestehungskosten

Anlage 1 wurde bereits in 2013 durch eine Förderung für andere Förderbausteine erfasst. Es konnten für Anlage 1 aus den erhobenen Daten der KfW nahezu alle Daten ermittelt und ausgehend davon die Wärme gestehungskosten errechnet werden.

Die für die Berechnung ermittelten bzw. abgeschätzten Daten sind in Tabelle 5-2 dargestellt. Ausgehend davon liegen die berechneten Wärme gestehungskosten der Anlage 1 bei rund 11 €/ct/kWh. Zusammengenommen liegen damit die Wärme gestehungskosten für die Anlage 1 auf einem vergleichbaren Niveau wie die Jahre zuvor (7 bis 13 €/ct/kWh).

Tabelle 5-2: Wärmegestehungskosten der in 2014 geförderten Anlagen

		Anlage 1
Installierte Leistung Wärme	in MW _{th}	6,4 ¹
Jahresvolllaststunden Wärme	in h/a	3.000 ¹
Gesamtinvestition	in Mio. €	19,1 ¹
Wertgestellter Tilgungszuschuss	in Mio. €	0,95
Jährliche Betriebskosten	in Mio. €/a	1,7 ¹
Fremdkapitalanteil	in %	59 ²
Eigenkapitalanteil	in %	41 ²
Mischzinssatz	in %	6 ²
Anlagenlaufzeit	in a	50 ¹
Wärmegestehungskosten (mit Tilgungszuschuss)		10,8
Wärmegestehungskosten (ohne Tilgungszuschuss)	in €/ct/kWh	11,0
Anteil Förderung	in €/ct/kWh	0,2
Anteil Förderung	in %	1,75

¹ Nach Angaben KfW; ² Abschätzungen auf Basis öffentlich verfügbarer Anlageninformationen

Im Einzelfall können die Wärmegestehungskosten deutlich von den oben berechneten abweichen. Für die Abschätzung der Bedeutung bestimmter Einflüsse zeigt Abbildung 5-1 eine Variation wesentlicher sensibler Parameter für die Anlage 1.

Demnach haben die Volllaststunden und der damit verbundene Jahresertrag den größten Einfluss auf die spezifischen Wärmegestehungskosten. Erhöhen sich die Stillstandszeiten des Heizwerks, kann weniger Wärme bereitgestellt werden und die Wärmegestehungskosten steigen. Umgekehrt sind bei einer maximalen Auslastung der Anlagen deutlich geringere spezifische Wärmegestehungskosten möglich. Weiterhin dominieren auch die Investitionen die Energiegestehungskosten. Können beispielsweise die Bohrkosten reduziert werden, wären deutlich geringere Wärmegestehungskosten möglich. Weiterhin hat auch der Kalkulationszinssatz einen dominanten Einfluss. Im Vergleich dazu ist beispielsweise die Nutzungsdauer in Bezug auf die Gestehungskosten für den hier untersuchten Fall nur von untergeordneter Bedeutung [10].

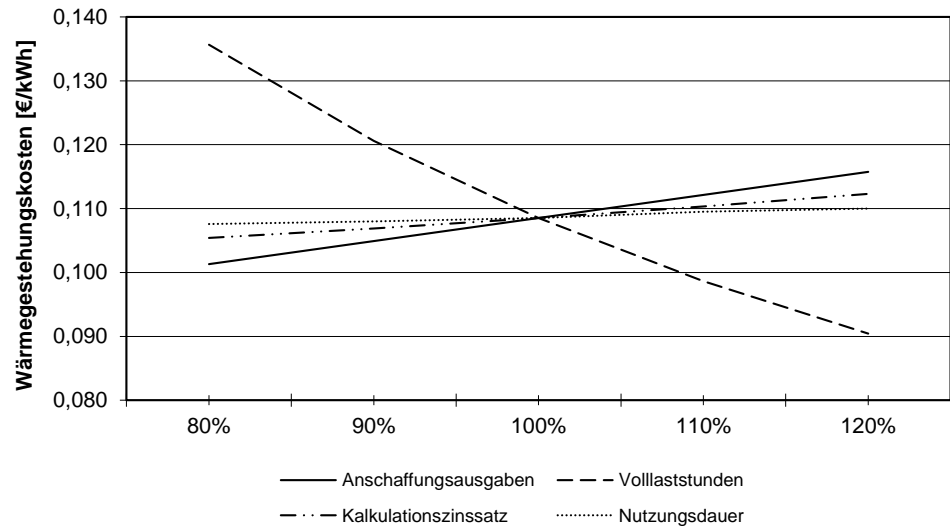


Abbildung 5-1: Parametervariation für Anlage 1

In der Regel müssen zusätzlich die Investitionen für die Wärmeverteilungssysteme (d. h. Nah- oder Fernwärmenetze) berücksichtigt werden, die in erster Linie von der Siedlungsdichte und Größe (d. h. Fläche) des zu versorgenden Gebietes abhängig sind. Diese zusätzlichen Investitionen sind nicht in den von der KfW zur Verfügung gestellten Unterlagen enthalten und konnten in der oben aufgeführten Berechnung nicht berücksichtigt werden. Würden die entsprechenden Investitionen zusätzlich Berücksichtigung finden, würden sich die Wärmegegestehungskosten für die berechneten Anlagen um einige €/kWh erhöhen (vgl. Appendix 2 - Fachgutachten große Biomasse, Wärmenetze und -speicher).

Literatur

- [1] Lenz, V.; Naumann, K.; Janczik, S.; Kaltschmitt, M.: Erneuerbare Energien; BWK 67 (2015), 5, S. 68 – 87
- [2] Janczik, S.; Kaltschmitt, M.: Nutzung der Tiefen Geothermie in Deutschland und weltweit – Statusreport 2014; Erdöl, Erdgas, Kohle 130 (2014), 7/8, S. 298 – 303
- [3] GtV – Bundesverband Geothermie e.V.: Geothermie in Zahlen, www.geothermie.de (Zugriffsdatum: 19.02.2015)
- [4] Agemar, T.; Weber, J.; Schulz, R.: Deep Geothermal Energy Production in Germany, Energies 7 (2014), 7, S. 4397–4416
- [5] GtV – Bundesverband Geothermie e.V.: Aktuelles, www.geothermie.de (Zugriffsdatum: 19.02.2015)
- [6] Geothermie News: www.geothermie-news.de (Zugriffsdatum: 19.02.2015)
- [7] Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH: www.geothermie-nachrichten.de (Zugriffsdatum: 19.02.2015)
- [8] Stadtwerke München GmbH: www.swm.de (Zugriffsdatum: 19.02.2015)
- [9] Ausarbeitung im Rahmen des EEG Erfahrungsberichtes für die tiefe Geothermie: Janczik, S.; Kupfermann, G.; Sadatt, A.; Kaltschmitt, M.: Vorbereitung und Begleitung der Erstellung des Erfahrungsberichtes 2014 gemäß § 65 EEG, Technische Universität Hamburg Harburg, Institut für Umwelttechnik und Energiewirtschaft und GeoForschungsZentrum Potsdam, 2012-2015
- [10] Kaltschmitt, M.; Streicher, W.; Wiese, A. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. 5. Auflage. Springer Berlin 2013

Appendix 6: Fachgutachten zum Fördersegment Biogasleitungen und -aufbereitungsanlagen

Autoren

Ronny Erler

DBI-Gas- und Umwelttechnik GmbH

1. Einführung

Die Förderung von Biogasaufbereitungsanlagen und Biogasleitungen erfolgt innerhalb des Marktanreizprogramms (kurz: MAP) ausschließlich über die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW). Von den KfW-Fördertatbeständen entfallen im Jahr 2014 35 auf diese beiden Fördersegmente. Im Folgenden werden die hierbei relevanten Förderkriterien näher betrachtet.

Biogasaufbereitungsanlagen

Die Förderung von Anlagen für die Biogasaufbereitung und Biogaseinspeisung über das MAP lief zum 01.01.2013 aus (vonBredow 2013). Demnach können für das Evaluierungsjahr 2014 nur Anlagen ausgewertet werden, die den Antrag auf Förderung vorher stellten und 2014 wertgestellt wurden. Die Kriterien für eine Förderung von Biogasaufbereitungsanlagen sind zusammenfassend wie folgt (BMU 2012):

- Einspeisemenge maximal 350 Nm³ Biomethan pro Stunde
- geringe Methanemissionen (seit 20.07.2012 max. 0,2 %)
- maximaler Stromverbrauch von 0,5 kWh/Nm³ Rohgas bei Aufbereitung und Einspeisung
- Bereitstellung von Prozesswärme erfolgt aus regenerativen Energien, Grubengas oder Abwärme der Gasaufbereitungs- o. Einspeiseanlage ohne zusätzliche fossile Energieträger

Die KfW-Förderung für Biogasaufbereitungsanlagen ist dabei nicht mit anderen Förderprogrammen der öffentlichen Hand kombinierbar. Der Tilgungszuschuss für eine Anlage kann bis zu 30 % der förderfähigen Investitionssumme betragen (BMU 2012).

Mit der Novelle vom 11.03.2015 bleiben Biogasaufbereitungsanlagen auch zukünftig im Rahmen des Marktanreizprogramms nicht förderfähig (BMWi 2015).

Biogasleitung

Das KfW-Programm Erneuerbare Energien „Premium“ fördert Biogasleitungen unter folgenden Voraussetzungen (BMU 2012):

- Mindestlänge 300 m (einschließlich Gasverdichter, Gastrocknungs- bzw. Entschwefelungsanlage und Kondensatschächten)
- Nutzung des transportierten Biogases erfolgt in Form von KWK
- KWK-Anlage entspricht den Kriterien des EEG 2012, sodass der erzeugte Strom entsprechend vergütet oder das Biogas als Kraftstoff eingesetzt wird
- kein Transport von aufbereitetem Biogase (Biomethan)
- kein Transport von Rohbiogas zu einer Biogasaufbereitungsanlage
- Leitung erfüllt die Qualitätskriterien, wie sie im Tilgungszuschuss formuliert sind

Die Förderung ist ein zinsgünstiger Kredit. Bis zu 100 % der Nettoinvestitionskosten können gefördert werden. Der Tilgungszuschuss beträgt maximal 30 % der förderfähigen Investitionssumme. Der Antrag auf Förderung muss vor Maßnahmenbeginn gestellt werden. Die Antragstellung erfolgt bei einem Kreditinstitut freier Wahl (Hausbank). Ausnahme sind kommunale Gebietskörperschaften, rechtlich unselbstständige Eigenbetriebe von kommunalen Gebietskörperschaften und Gemeindeverbände. Diese stellen den Antrag direkt bei der KfW (KfW 2014).

Mit der Novellierung des Marktanreizprogramms zum 11.03.2015 werden die Voraussetzungen für die Förderfähigkeit von Biogasleitungen vereinfacht. So sind alle Biogasleitungen förderbar, die Biogas zu einer KWK-Nutzung/ Biogasaufbereitungsanlage transportieren oder einer Nutzung als Kraftstoff zuführen.

2. Förderstatistik

In die folgende statistische Auswertung der Förderfälle für das Jahr 2014 werden alle Fördertatbestände berücksichtigt, welche innerhalb des Evaluierungsjahres wertgestellt wurden. Für die Interpretation der Antrags- und Wertstellungen sind die Änderungen der Förderfähigkeit in den letzten Jahren von Bedeutung. Abbildung 2-1 stellt diese grafisch dar.



Abbildung 2-1: Zeiträume der Förderfähigkeit von Biogasleitungen und Biogasaufbereitungsanlagen im Rahmen des MAP (blau-förderfähig, rot-nicht förderfähig)

Biogasaufbereitungsanlagen

Im Evaluierungsjahr 2014 liegen sieben Fördertatbestände bei der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) für Biogasaufbereitungsanlagen vor. Diese wurden in den vorangegangenen Jahren beantragt, sodass deren Wertstellung in das Jahr 2014 fällt, obwohl zu dieser Zeit die Förderung bereits ausgelaufen ist. Die lange Projektlaufzeit liegt einerseits in der zeitintensiven Bauphase begründet, andererseits vergehen im Durchschnitt etwa 8 Monate zwischen Inbetriebnahme und Wertstellung (s. Abbildung 2-2).

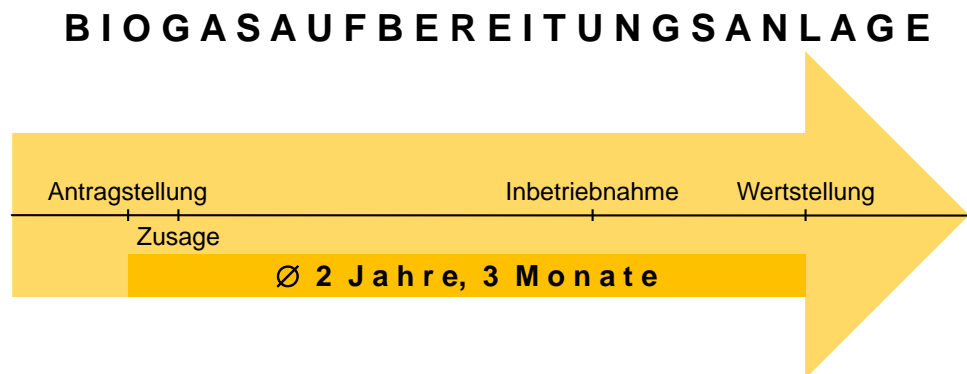


Abbildung 2-2: Zeitlicher Verlauf der KfW-Förderung am Beispiel der 2014 wertgestellten Biogasaufbereitungsanlagen

Abbildung 2-3 zeigt die Anzahl an Antragseingängen, Zusagen und Wertstellungen der letzten drei Jahre für Biogasaufbereitungsanlagen. Bereits im Jahr 2012 führte das Auslaufen der Förderung zu Vorzieheffekten, sodass die Anzahl der wertgestellten Anlagen im Vergleich zu den Jahren vor 2012 zunahm. Die Antragstellung der 2014 wertgestellten Anlagen konzentriert sich zum Großteil am Jahresende 2012, aber in Einzelfällen erfolgte diese auch bereits 2010. Aufgrund des großen

Zeitraumes zwischen Antragstellung, Anlagenrealisierung und Tag der Wertstellung können auch für das Jahr 2015 in Einzelfällen Förderfälle erwartet werden.

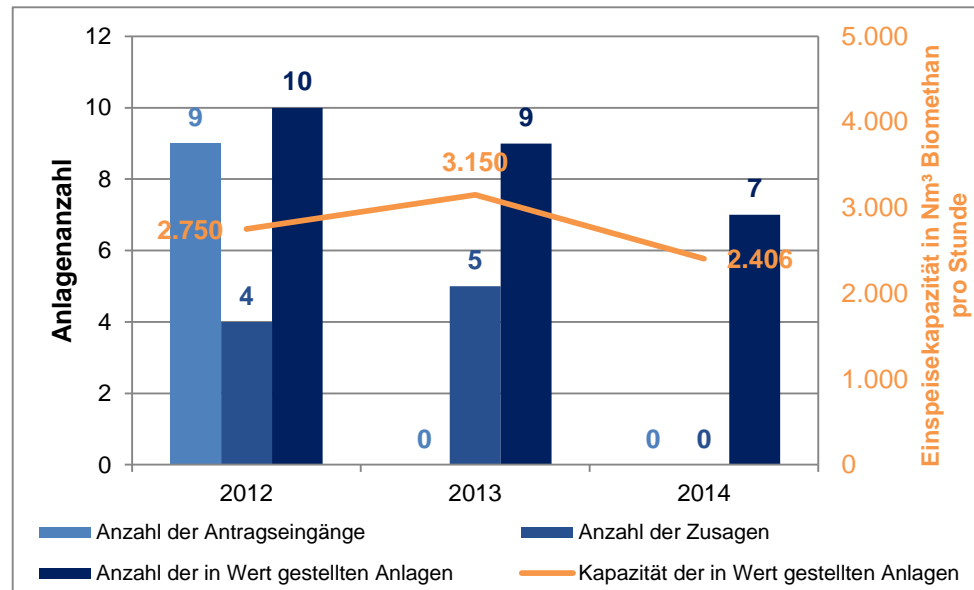


Abbildung 2-3: Anzahl der KfW-geförderten Biogasaufbereitungsanlagen und Gesamt-Einspeisekapazität von 2012 bis 2014

Die ermittelte Gesamtkapazität der 2014 KfW-geförderten Biogasaufbereitungsanlagen beträgt 2.406 Nm³ Biomethan pro Stunde. Bis auf eine Anlage haben alle geförderten Anlagen die Maximalkapazität von 350 Nm³/h ausgeschöpft. Analog zu den Vorjahren weist dies darauf hin, dass bewusst die Förderung in Anspruch genommen wurde.

Der durchschnittliche Methanschluß der sieben Anlagen beträgt 0,17 %. Alle Anlagen erfüllen die ab dem 15.08.2012 geltende Förderbedingung eines maximalen Methanschlußes von 0,20 % (BMU 2012).

Das zugesagte Darlehen beträgt durchschnittlich ca. 2,0 Mio. € pro Anlage, der Tilgungszuschuss im Mittel etwa 640.000 €. Das anlagenspezifische Darlehen ist in etwa gleich groß wie im Vorjahr. Gleichzeitig übersteigen die anlagenspezifischen Investitionskosten die Vorjahreswerte. Das in Summe zugesagte Darlehen beläuft sich auf 14,2 Mio. €. Die im Bereich Biogasaufbereitung ausgelöste Investitionssumme beträgt etwa 15,0 Mio. € (s. Abbildung 2-4).

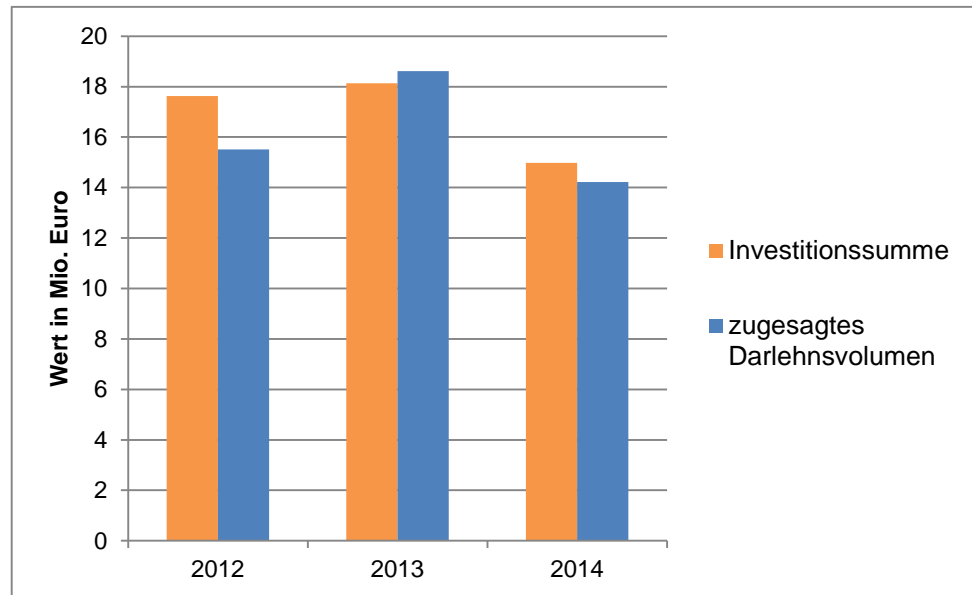


Abbildung 2-4: Ausgelöste Investition und eingesetzte Fördermittel für KfW-geförderten Biogasaufbereitungsanlagen von 2012 bis 2014

Die meisten MAP-geförderten und 2014 wertgestellten Biogasaufbereitungsanlagen sind in Sachsen-Anhalt zu finden. In weiteren drei Bundesländern findet sich je eine Anlage wieder (s. Abbildung 2-5). Gleichzeitig weisen die Anlagen in Sachsen-Anhalt die niedrigsten spezifischen Investitionskosten (ca. 5.670 € pro Nm³/h Biomethan) auf.

Tabelle 2-1: Übersicht der KfW-geförderten Biogasaufbereitungsanlagen 2014 nach Bundesländern

Bundesland	Anlagen-anzahl	Einspeisekapazität in Nm ³ Biomethan pro Stunde	Durchschnittlicher Methanschlupf in %	Zugesagtes Darlehen in Euro	Investitionssumme in Euro
Bayern	1	350	0,20	2.843.000	2.843.000
Niedersachsen	1	350	0,10	2.170.000	2.170.000
Sachsen-Anhalt	4	1.356	0,18	6.932.500	7.688.049
Schleswig-Holstein	1	350	0,20	2.275.400	2.275.400
Deutschland	7	2.406	0,17	14.220.900	14.976.449

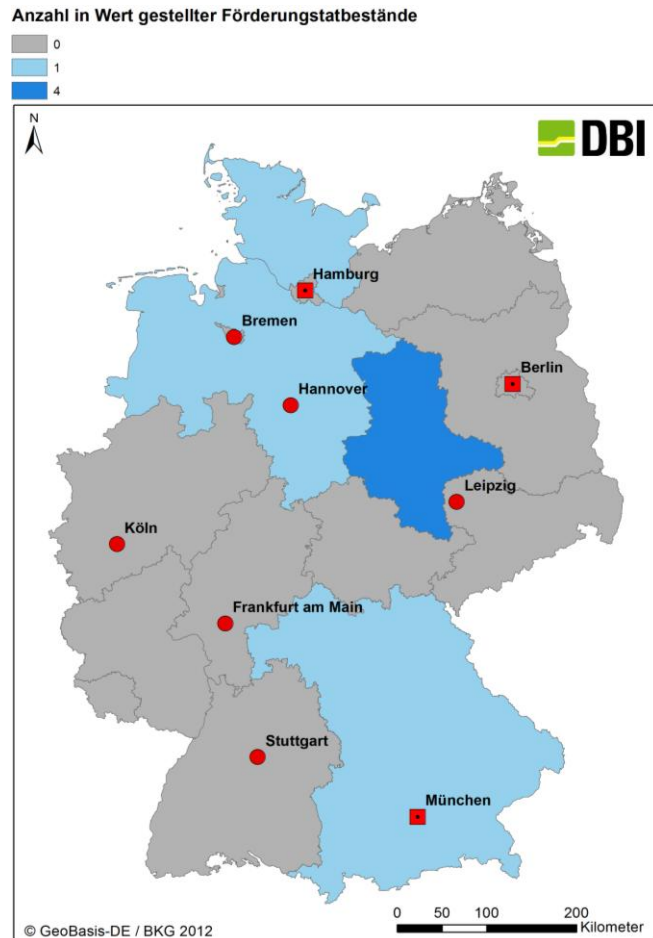


Abbildung 2-5: Regionale Verteilung der 2014 wertgestellten Biogasaufbereitungsanlagen

Biogasleitungen

Im Jahr 2014 wurden 28 Biogasleitungen im Rahmen des MAP bei der KfW wertgestellt (s. Abbildung 2-6). Im Vergleich zu den letzten Jahren ist dabei die Förderanzahl stark rückläufig. Verantwortlich hierfür ist einerseits die Förderunterbrechung in den Jahren 2011/2012. Denn die Mehrzahl der 2014 wertgestellten Projekte haben ihre Anträge zu Beginn des Jahres 2011 gestellt. Andererseits war mit der bevorstehenden Novellierung des MAP 2015 eine abwartende Haltung entstanden, verbunden mit der Hoffnung auf günstigere Förderbedingungen.

Insgesamt wurden im Jahr 2014 nur ca. 41 km Biogasleitung in Verbindung mit dem MAP errichtet. Des Weiteren reduzierte sich auch die anlagenspezifische Leitungslänge um ca. 37 % zum Vorjahr. 2013 betrug die durchschnittliche Länge einer im Rahmen des MAP errichteten Biogasleitung ca. 2,3 km, während ein Jahr später deutlich kürzere Leitungen umgesetzt (1,5 km) werden. Die Leitungslänge variiert im Evaluierungsjahr 2014 von 400 m bis 5.400 m.

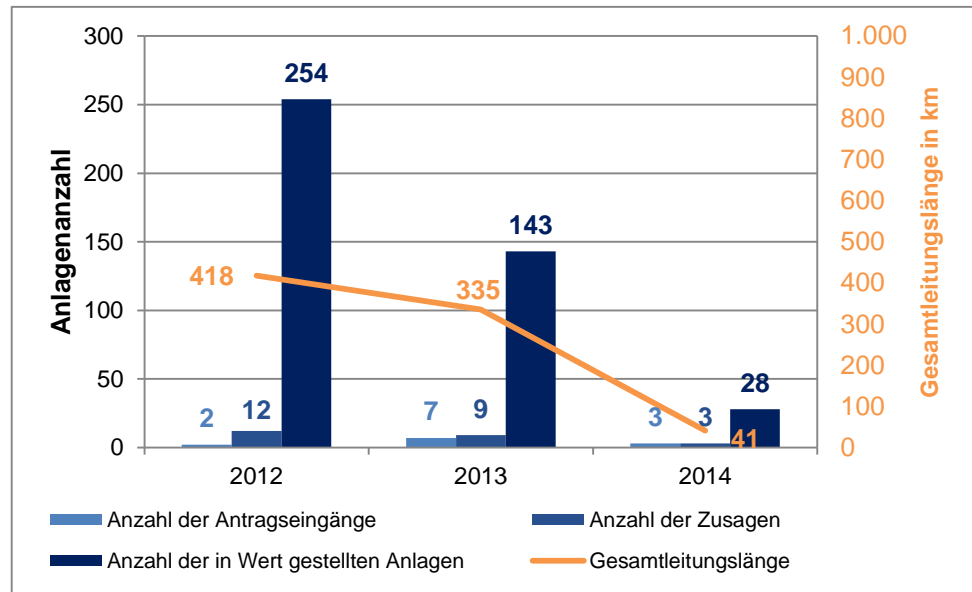


Abbildung 2-6: Anzahl der KfW-geförderten Biogasleitungen und Leitungslänge von 2011 bis 2014

Das zugesagte Gesamt-Darlehensvolumen für das Evaluierungsjahr 2014 beträgt ca. 6,3 Mio. € (s. Abbildung 2-7). Das entspricht einem anlagenspezifischen Darlehensvolumen von knapp 225.000 € bzw. einer längenspezifischen Förderung von 153 €/m. Analog zu den Vorjahren zeigt sich, dass mit geringeren Leitungslängen die spezifischen Investitionskosten steigen. Folglich nimmt auch die Darlehenshöhe pro Meter zu (2013: 104 €/m, 2014: 153 €/m). Mit den kürzeren Leitungen sinken auch die absoluten Investitionssummen bzw. Darlehenshöhen je Projekt (2013: 245.000 €, 2014: 225.000 €). Abbildung 2-8 fasst diese Entwicklung zusammen. Insgesamt löste die KfW-Förderung im Bereich Biogasleitungen im Evaluierungsjahr 2014 Investitionen in einer Höhe von etwa 6,2 Mio. € aus (s. Abbildung 2-7).

Die Diskrepanz zwischen Darlehens- und Investitionssumme resultiert aus dem Vergleich von Daten zu unterschiedlichen Zeitpunkten. Das zugesagte Darlehensvolumen wird zum Zeitpunkt der Kreditzusage erhoben, während die Investitionskosten die realisierten Maßnahmen berücksichtigen. Darin enthalten sind u. a. Teilverzichte oder Kündigungen von Teilen des Darlehens (Papenfuß 2014). Insgesamt 5 der 28 Fördertatbestände weisen geringere Investitionskosten als die ursprüngliche Darlehenshöhe aus.

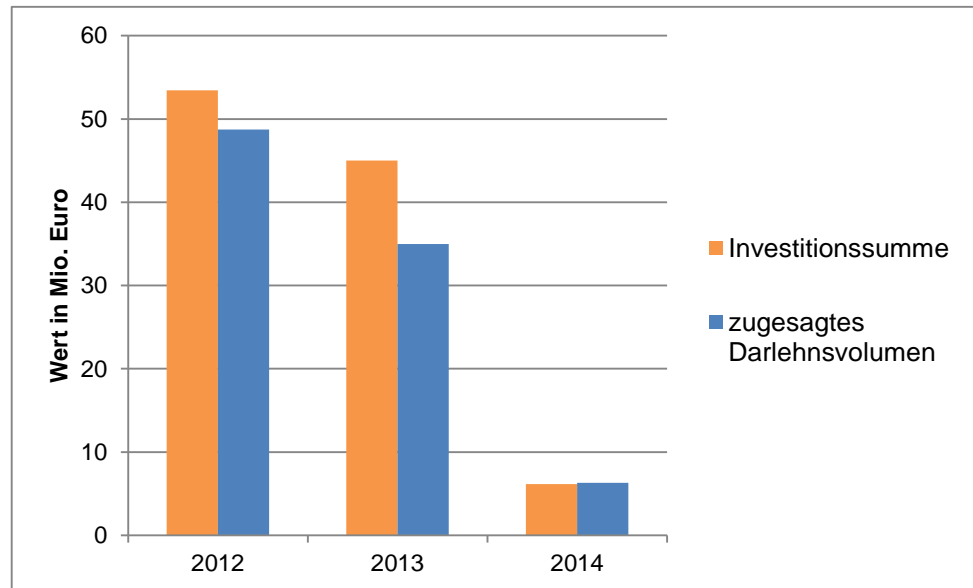


Abbildung 2-7: Ausgelöste Investition und eingesetzte Fördermittel für KfW-geförderten Biogasleitungen von 2012 bis 2014

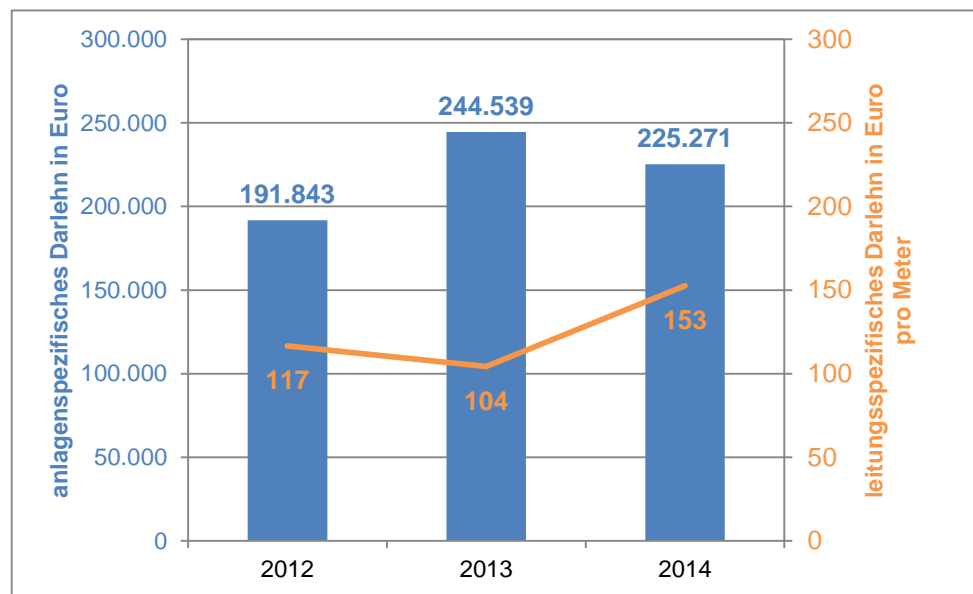


Abbildung 2-8: Entwicklung der anlagen- und leitungsspezifischen Darlehenssumme für KfW-geförderte Biogasleitungen von 2012 bis 2014

Analog zu den Vorjahren befindet sich die knappe Hälfte der betrachteten Biogasleitungen in Niedersachsen. Weitere Leitungen wurden u.a. in Bayern, Hessen und Schleswig-Holstein errichtet. In Ostdeutschland wurde nur eine Biogasleitung in Thüringen durch das MAP gefördert.

Tabelle 2-2: Übersicht der KfW-geförderten Biogasleitungen 2014 nach Bundesländern

Bundesland	Anlagen-anzahl	Gesamt-Netzlänge in m	Durchschnittliche Netzlänge in m pro Anlage	Zugesagtes Darlehen in Euro	Investitionssumme in Euro
Bayern	5	7.021	1.404	1.300.420	1.153.135
Hessen	3	4.780	1.593	548.008	492.927
Nieder-sachsen	13	21.342	1.642	3.206.650	3.273.114
Nordrhein-Westfalen	1	1.700	1.700	380.000	328.961
Rheinland-Pfalz	1	400	400	187.800	187.800
Saarland	1	750	750	182.213	247.313
Schleswig-Holstein	3	4.766	1.589	438.500	414.081
Thüringen	1	600	600	64.000	64.000
Deutschland	28	41.359	1.477	6.307.591	6.161.331

Anzahl in Wert gestellter Förderungstatbestände

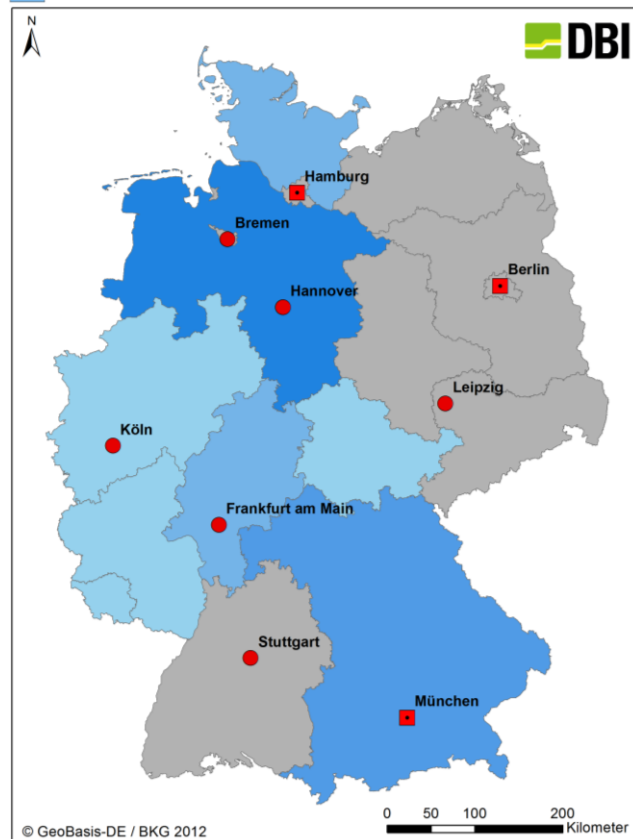
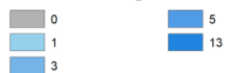


Abbildung 2-9: Regionale Verteilung der 2014 wertgestellten Biogasleitungen

3. Marktentwicklung

3.1 Ausbau der erneuerbaren Wärme- und Kälteversorgung

Die Quantifizierung des Ausbaus erneuerbarer Wärme- und Kälteversorgungsanlagen im Bereich Biogas durch das MAP ist nur schwer beschreibbar. Die Definition eines Zielwertes ist nicht möglich. Sowohl Biogasleitungen als auch Biogasaufbereitungsanlagen erzeugen primär keine Wärme bzw. Kälte, sondern Schaffen vielmehr Voraussetzungen für nachgelagerte Prozessschritte wie z.B. der KWK- oder KWKK-Nutzung bzw. stellen einen regenerativen Energieträger zur Verfügung.

Biogasaufbereitungsanlagen

Insbesondere die Nutzung des auf Erdgasqualität aufbereiteten Biogases bietet die Möglichkeit neben der Wärmenutzung auch weitere Wertschöpfungspfade (Stromerzeugung, Nutzung als Kraftstoff, stoffliche Nutzung) zu realisieren. Genau diese Vielseitigkeit erschwert jedoch die Definition von Zielvorgaben speziell für den Wärmebereich und damit für das MAP.

Die konkreten Zielvorgaben für die Biomethaneinspeisung (2020: 6 Mrd. / 2030: 10 Mrd. Normkubikmeter Biomethan pro Jahr) aus der Gasnetzzugangsverordnung (Stand 2010) fielen im Zuge der Novellierung des EEG 2014 weg.

Aktuell sind in Deutschland 152 Anlagen in Betrieb. Diese speisen ca. 820 Mio. Normkubikmeter Biomethan pro Jahr in das öffentliche Erdgasnetz ein. Die durchschnittliche Einspeisekapazität je Anlage beträgt somit etwa 620 Normkubikmeter Biomethan pro Stunde (dena 2015).

2014 sind 21 Biogasaufbereitungsanlagen in Deutschland in Betrieb gegangen. Die eingespeiste Biomethanmenge erhöhte sich dadurch um 20.950 Normkubikmeter pro Stunde. Die Anlagenkapazitäten variieren zwischen 100 und 700 Normkubikmeter Biomethan pro Stunde. Neun der 21 in Betrieb genommenen Biogasaufbereitungsanlagen kämen aufgrund ihrer Kapazität für eine MAP-Förderung in Frage (Bensmann 2015).

Um die ursprünglichen Ziele der GasNZV (6 Mrd. Normkubikmeter Biomethan 2020) zu erreichen, ist eine Zunahme der jährlichen Einspeisemenge um 5,2 Mrd. Normkubikmeter Biomethan innerhalb der nächsten sechs Jahre notwendig. Der jährliche Zubau müsste somit durchschnittlich über 860 Mio. Normkubikmeter Biomethan betragen. Darin enthalten sind 21 Mio. Normkubikmeter pro Jahr aus Anlagen, die eine MAP-Förderung erhielten.

3.2 Wachstum der Märkte

Biogasaufbereitungsanlagen

Die Entwicklung der Fördertatbestände ist in Abbildung 3-1 dargestellt. Die Anträge der im Jahr 2014 wertgestellten Anlagen stammen aus den Jahren 2010, 2011 und vor allem 2012. Die große Zeitspanne liegt hauptsächlich in einer langen Bauphase der Anlagen begründet (s. Abbildung 2-2). Demzufolge wirken sich voraussichtlich die 2012 eingegangenen Anträge teilweise noch auf die Wertstellung und Evaluierung 2015 aus. Da 2012 die Förderung auslief, kam es zu vermehrten Anträgen. Für die Jahre 2015/16 sind aktuell mindestens sieben Anlagen geplant, die für eine Einspeisung von maximal 350 Nm³ Biomethan pro Stunde ausgelegt sind (dena 2015).

Die Marktentwicklung im Bereich Biogasaufbereitung ist innerhalb des MAP nur teilweise abgedeckt, da ausschließlich Anlagen mit einer Einspeisemenge von bis zu 350 Nm³ Biomethan pro Stunde förderfähig sind. Die sieben wertgestellten Anlagen 2014 entsprechen etwa 33 % des gesamten Zuwachses von 21 Biogaseinspeiseanlagen (Bensmann 2015).

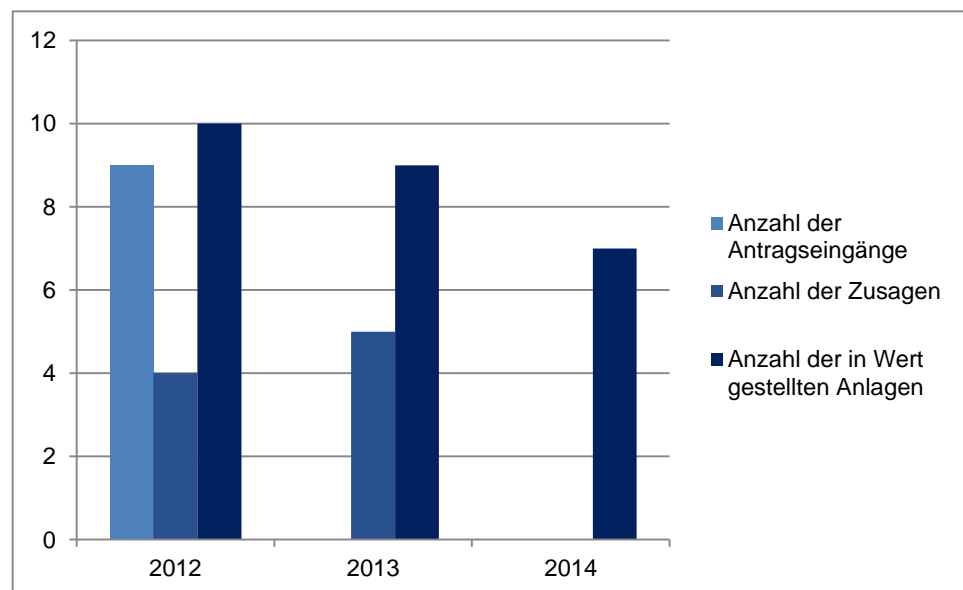


Abbildung 3-1: Anzahl der Fördertatbestände für Biogasaufbereitungsanlagen von 2012 bis 2014

Der Novelle des EEG vom 21.07.2014 und dem damit verbunden Wegfall des Gasaufbereitungsbonus folgte ein Stopp bei den Planungen neuer Anlagen. Unter den jetzigen Rahmenbedingungen ist kein weiteres Wachstum zu erwarten. Sollten alle derzeit in Planung und Bau befindlichen Projekte in den nächsten ein bis zwei Jahren in Betrieb und keine Altanlagen vom Netz gehen, ist mit einer Anlagenzahl von 188 und einer Einspeisemenge von 119.000 Normkubikmeter pro Stunde in Deutschland zu rechnen (dena 12/2014).

Die aktuelle Geschäftslage und Stimmung in der Branche wird halbjährlich durch die Deutsche Energie-Agentur erfasst. Im Dezember 2014 wurde die Geschäftslage als befriedigend bewertet (2,95 auf einer Skala von 1-„sehr schlecht“ bis 5-„sehr gut“). Damit ist Geschäftslage deutlich schlechter als im Vorjahreszeitraum (Skalenwert: 3,22). Gründe liegen hierfür in den Vorzieheffekten vor der EEG-Novelle im Juli 2014 und nur wenigen Impulsen aus dem Wärmemarkt (dena 12/2014).

Der Anlagenbau zeigte von 2008 bis 2012 ein starkes Wachstum, sodass 2012 über 100 Biogaseinspeiseanlagen in Deutschland in Betrieb waren (s. Abbildung 3-2). Im Jahr 2013 wurden jedoch erstmals weniger Anlagen in Betrieb genommen als im Vorjahr. Der Trend setzt sich aktuell fort. Der derzeitige Zubau resultiert aus langjährig vorbereiteten Projekten. Seit 2013 sinkt die Zahl der sich in Planung bzw. Bau befindlichen Anlagen kontinuierlich ab, sodass sich mit Stand Dezember 2014 ca. 20 Projekte in der Bearbeitung befinden. Ohne neue Impulse wird der Markt voraussichtlich zum Erliegen kommen (dena 12/2014).

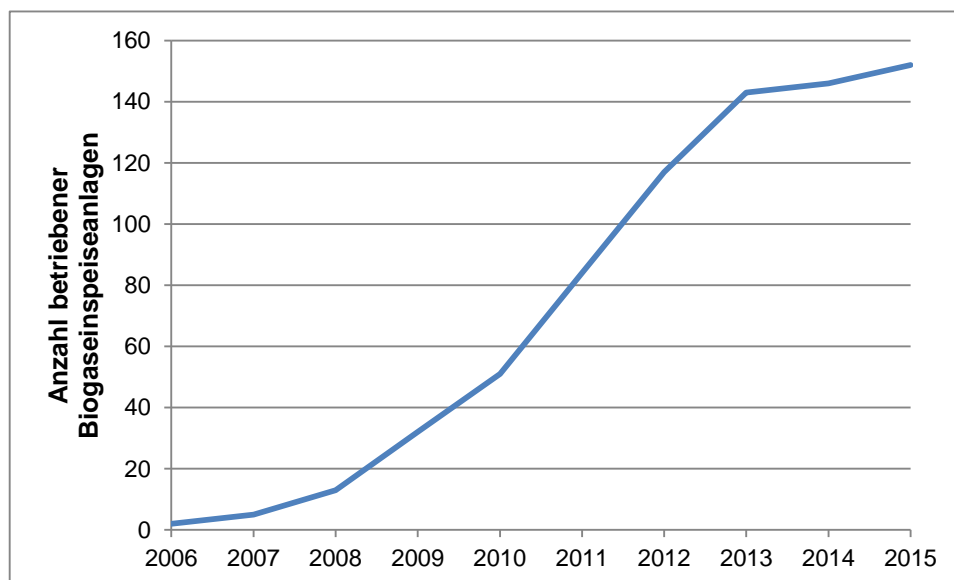


Abbildung 3-2: Entwicklung der Biogaseinspeiseanlagen in Deutschland von 2006 bis 2015 (vorläufig) (dena 2015)

Die Beurteilung zukünftiger Geschäftsaussichten wurde im Dezember 2014 innerhalb der Branche als „befriedigend bis schlecht“ bewertet. Als Grund wird die EEG-Reform angegeben. Anlagenhersteller sehen ihren Markt außerhalb Deutschlands. Der internationale Markt scheint vielversprechend. Händler und Biomethanproduzenten sind mit dem Bestandsgeschäft 2014 zufrieden (dena 12/2014).

Die errichteten Anlagen weisen keine signifikanten Änderungen auf, sodass auch die durchschnittliche Anlagenkapazität der letzten Jahre von etwa 620 Nm³/h Biomethan konstant bleibt (s. Abbildung 3-3). Der Anstieg der durchschnittlichen Einspeisekapazität in den Jahren 2009/2010 folgt aus der Inbetriebnahme leistungsstarker Anlagen in

diesem Zeitraum. In den folgenden Jahren kamen kleinere Anlagen (ca. 540-600 Nm³/h Biomethan) hinzu. Aufgrund der geringen Gesamtanzahl wirkt sich der jährliche Zubau deutlich auf die Durchschnittswerte aus (dena 2015).

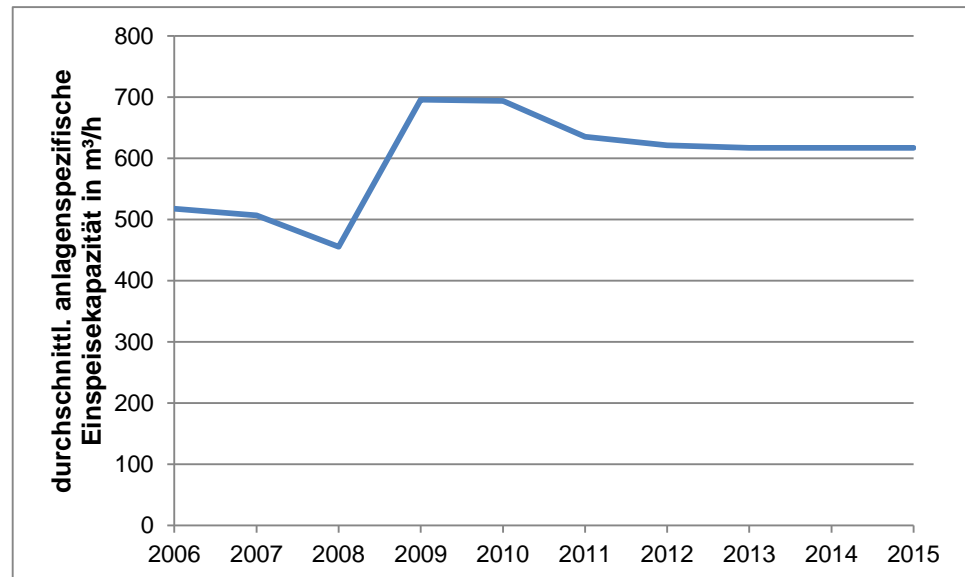


Abbildung 3-3: Entwicklung der anlagenspezifischen Einspeisekapazität der Biogaseinspeiseanlagen in Deutschland von 2006 bis 2015 (dena 2015)

Biogasleitungen

Seit der Förderunterbrechung im MAP für Biogasleitungen im Zeitraum vom 15.03.2011 bis 15.08.2012 ist die Anzahl der Anträge bzw. Wertstellungen rückläufig, sodass 2014 nur 28 Biogasleitungen für die Evaluierung berücksichtigt werden können (s. Abbildung 3-4). Ein weiterer Grund für die geringen Antragszahlen ist evtl. die abwartende Haltung in Hinblick auf die im Frühjahr 2015 in Kraft getretene Novelle des MAP, mit der sich die Förderkonditionen weiter verbesserten. So werden aktuell sowohl Leitungen gefördert, welche eine Biogasaufbereitungsanlage versorgen, als auch Leitungen, die Biogas zu einer KWK-Nutzung transportieren; dabei ist die Begrenzung der Förderung auf Anlagen, die dem EEG 2012 unterliegen, aufgehoben worden. Dies könnte eine Zunahme der Anträge ab 2015 zur Folge haben.

Die Nutzung der bei der Verstromung des Biogases anfallenden Wärme erhöht den Gesamtnutzungsgrad der Anlage und bietet die Möglichkeit zusätzlicher finanzieller Einnahmen. Um die Wärme möglichst am Ort des Bedarfes zu erzeugen und somit Wärmeverluste zu verringern, ist die Errichtung von Satelliten-BHKWs vorteilhaft, die durch eine Biogasleitung mit der Biogaserzeugungsanlage verbunden wird.

Biogas-BHKWs, welche älter als zehn Jahre sind, müssen zunehmend ertüchtigt werden. Im Zusammenhang mit dem Repowering gewinnen Satelliten-BHKWs und dazugehörige

Biogasleitungen an Bedeutung, um neue Wertschöpfungen in Form der Wärmevermarktung zu generieren.

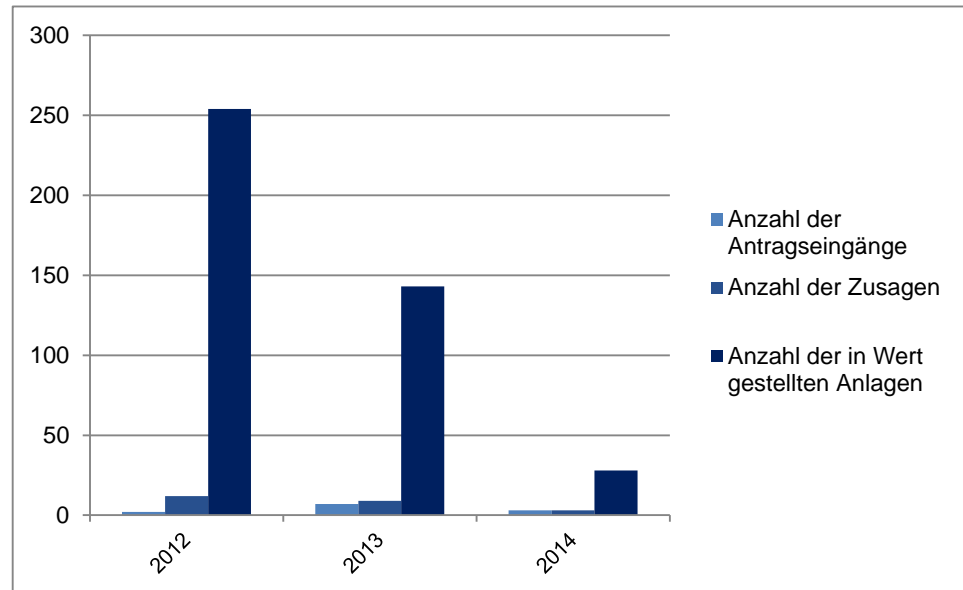


Abbildung 3-4: Anzahl der Fördertatbestände für Biogasleitungen von 2012 bis 2014

3.3 Marktstruktur

Biogasaufbereitungsanlagen

Neben den über 100 Anlagenbetreibern wird insbesondere die Marktstruktur der Biogasaufbereitung durch etwa 45 Firmen in Deutschland im Bereich des Anlagenbaus geprägt (FvB 2014 a). Im Vergleich zum Vorjahr sind ca. 25 % der Unternehmen vom Markt verschwunden.

Der innerdeutsche Markt ist nach der EEG-Novelle zum Erliegen gekommen. Es werden ausschließlich bereits begonnene Projekte fertig gestellt. Die Unternehmen wenden sich zunehmend dem europäischen und weltweiten Markt zu. Hier stehen die deutschen Unternehmen in direkter Konkurrenz mit den lokalen Firmen vor Ort.

Der deutsche Markt hat im Bereich Biogasaufbereitung eine Vorreiterrolle inne. In den letzten Jahren konnten hohe Technologiestandards durch die Tätigkeit im Anlagenbau sowie Forschung und Entwicklung erreicht werden. Aufgrund der sich ändernden Rahmenbedingungen in Deutschland und der weltweit wachsenden Märkte gewinnt der Technologieexport ins europäische und weltweite Ausland zunehmend an Bedeutung.

Die Technologiestandards führten in den letzten Jahren auf dem deutschen Markt zu technologischen Verbesserungen bei der Biogasaufbereitung. So sanken Methanverluste und Stromverbrauch kontinuierlich innerhalb der letzten Jahre. Die Evaluierung der 2014 wertgestellten Anlagen zeigt einen durchschnittlichen

Stromverbrauch von ca. 0,28 kWh/Nm³ Biomethan. Dies entspricht auch dem Vorjahreswert.

Hierbei zeigen drucklose Waschverfahren (Aminwäsche) und Membranverfahren den geringsten Stromverbrauch und Methanschlupf auf. Des Weiteren wurden 2014 Druckwaschverfahren für die CO₂-Abtrennung eingesetzt. Die benötigte Prozesswärme für die Aufbereitung wird meist einem Biogas-BHKW oder einer Wärmepumpe entnommen.

Biogasleitungen

Die Errichtung von Biogasleitungen stützt sich auf den langjährigen Erfahrungen der Erdgasbranche, insbesondere im Leitungsbau. Demzufolge sind auch zahlreiche Leitungsbaufirmen der Erdgasbranche bei der Errichtung von Biogasleitungen tätig. Der Stand der Technik wird im DVGW-Regelwerk wieder gegeben. Dieses Regelwerk wird fortlaufend an die Praxisbedingungen angepasst. Aktuell werden insbesondere für den Bereich Biogas mehrere Merk- und Arbeitsblätter aktualisiert bzw. neu erstellt. Beispielhaft sei das DVGW-Arbeitsblatt G 415 (Entwurf) „Leitfaden für Planung, Bau und Betrieb von Biogasleitungen bis 5 bar Betriebsdruck“ erwähnt. Darin werden u.a. Hinweise zu den Leitungswerkstoffen, zum Einbau von Armaturen und Ausbläsern, zur Molchbarkeit sowie zum Arbeitsschutz und zur Hygiene gegeben.

4. Technologischer Standard und Innovation

Förderprogramme setzen mit ihren Vorgaben meist hohe Anforderungen an das Förderobjekt und beeinflussen somit die technologische Entwicklung und weitere Aspekte wie z.B. den Umweltschutz. Der Einfluss des Förderprogramms auf den Markt hängt stark vom Anteil der geförderten Maßnahmen ab. Ist dieser hoch, so beeinflussen die gesetzten Standards die Entwicklung der Branche maßgeblich. Im Folgenden werden technologische Standards und Innovationen in den Bereichen Biogasaufbereitung/ Biogasleitungen und insbesondere unter Einfluss des MAPs betrachtet.

Biogasaufbereitung

Die Biogasaufbereitung untergliedert sich in verschiedene Arbeitsschritte (CO₂-Abtrennung, Grob-/ Feinentschwefelung, Konditionierung), um die Gaseigenschaften entsprechend zu ändern bzw. anzupassen. Es existieren hierfür mehrere Verfahren, die in den Kriterien Kosten, benötigte Betriebsmittel (insb. elektrischer Strom und Wärme), Robustheit und geforderte Gasqualitäten kongruieren. Der Marktdruck durch die verschiedenen Hersteller sowie Änderungen im Regulierungswerk führten und führen dabei zu einer ständigen Weiterentwicklung und somit Verbesserung der Verfahren.

Der Einfluss des MAPs für die technologische Entwicklung der Biogasaufbereitungsanlagen ist gering. Einerseits werden nur wenige Anlagen mit einer maximalen Kapazität von 350 Nm³/h Biomethan gefördert. Für die Anlagengröße wurden dabei bislang keine signifikanten Technologiesprünge (insb. zur Kostensenkung) erreicht. Andererseits lief die Förderung zum 01.01.2013 aus. Nichtsdestotrotz hat das MAP eine Reduzierung des Methanschlupfes auf 0,2 % mit unterstützt.

Allgemein ist zu beobachten, dass seit einigen Jahren weitere innovative Technologien wie das Membranverfahren auf den Markt drängen. Diese neuen Verfahren weisen meist kostengünstigere Abtrenneigenschaften und/oder eine hohe Selektivität auf. Bei den bestehenden, etablierten Aufbereitungsverfahren hatten die Entwicklungen insbesondere dazu geführt, den Energiebedarf und damit Betriebskosten zu senken. Vor allem die Verfahren, welche höhere Drücke benötigen, haben hier versucht das Optimierungspotential auszuschöpfen. Einige Anbieter verfolgen dabei Entwicklungen für energieoptimierte Niederdruck-Druckwechseladsorptionsverfahren (LPSA) bzw. Niederdruck-Druckwasserwäschen. Bisher hat sich jedoch keines der Aufbereitungsverfahren fest etabliert bzw. die anderen verdrängt. Zukünftig bleibt somit abzuwarten, welche Verfahren sich endgültig am Markt durchsetzen (FNR 2014).

Biogasleitung

Die Errichtung von Biogasleitungen ist stark am Leitungsbau in der Erdgasversorgung orientiert. Sowohl ausführende Firmen als auch zu beachtendes Regelwerk sind hier zum Großteil identisch, sodass im Bereich des Leitungsbaus nur in einem begrenzten Maß Innovationen auftreten. Rohrverbindungen mittels Schweißen, Klemm-, Press oder Flanschverbindung sind Stand der Technik. Anders verhält es sich bei der gesamten Peripherie (notwenige (Teil-)Aufbereitung des Biogases, Überwachung, Nutzung beim (privatem) Endkunden etc.).

Das DVGW-Regelwerk erfährt derzeit eine kontinuierliche Erweiterung um spezifische Anforderungen im Bereich Biogas. Neben den aus der Erdgasverteilung bekannten Explosions- und Erstickungsgefahren sind insbesondere bei (Roh-)Biogasleitungen die Vergiftungsgefahr durch Schwefelwasserstoff, die erhöhte Korrosionsgefahr durch Kondensatbildung sowie Biofouling durch Mikroorganismen zu berücksichtigen.

Zählt die Errichtung einer Biogasleitung zum Stand der Technik, so ist die Vermarktung der dezentral erzeugten Wärme immer noch als innovatives Vorhaben zu bewerten. Die Kombination von Anlagenbetrieb, Wärmeverbrauch und Netzbetrieb sowie den lokalen Rahmenbedingungen (Kommune, Ortsvereine, Umweltschützer etc.) kann neue innovative Strukturen der regionalen Energieversorgung hervorbringen. Beispielhaft seien hier die Gründung von

Genossenschaften zum Zweck der Wärmeversorgung sowie Wärme-Contracting genannt.

5. Anlagenwirtschaftlichkeit

5.1 Investitionskostenentwicklung

Biogasaufbereitungsanlagen

Die Investitionskosten für Biogasaufbereitungsanlagen im Rahmen des MAP belaufen sich für das Jahr 2014 auf ca. 2,14 Mio. Euro pro Anlage. Hierbei stieg die anlagenspezifische Investitionssumme von 2012 um ca. 21 % bis 2014 an. Die im Vorjahr gesunkenen kapazitätsspezifischen Investitionssummen stiegen wieder leicht um ca. 8 % an (s. Abbildung 5-1).

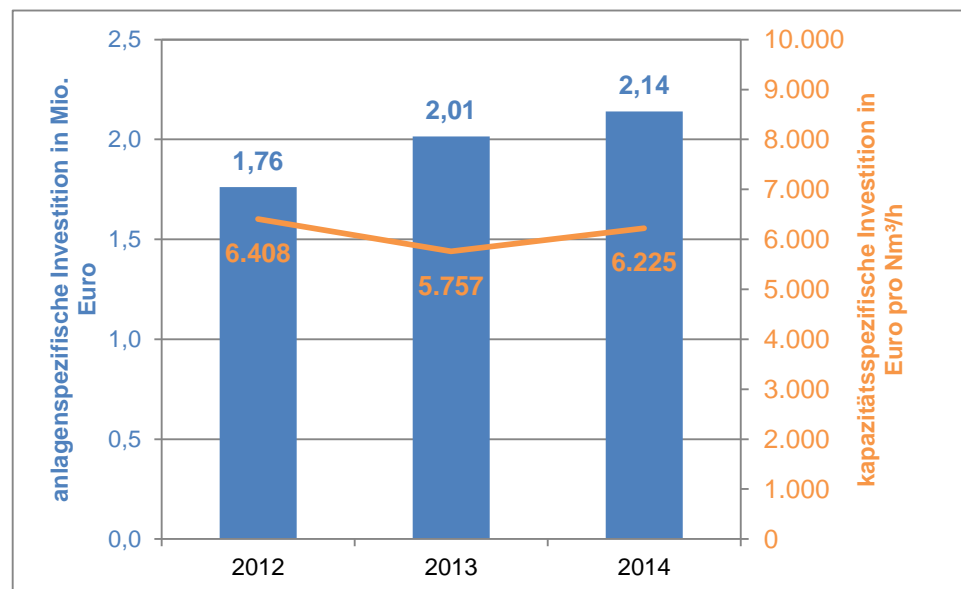


Abbildung 5-1: Entwicklung der spezifischen Investitionskosten für KfW geförderte Biogasaufbereitungsanlagen von 2012 bis 2014

Biogasleitungen

Die längenspezifischen Investitionskosten der im Jahr 2014 geförderten Biogasleitungen belaufen sich auf ca. 149 €/m laufende Rohrleitung. Hierbei variieren die Werte von 63 bis ca. 970 €/m. In der Mehrzahl wurden im Evaluierungsjahr kürzere Leitungen als in den Vorjahren errichtet. Dadurch stiegen die durchschnittlichen Investitionskosten an.

Tabelle 5-1 zeigt zum Vergleich übliche spezifische Verlegekosten, welche einen Teil der Investitionskosten darstellen. Die Investitionskosten setzen sich neben der Biogasleitung ggf. auch aus Gasverdichter, Gastrocknungs- und -entschwefelungseinrichtungen sowie Kondensatabscheidern zusammen.

Tabelle 5-1: übliche spezifische Verlegekosten von Biogasleitung (Schmalschläger 2009)

Ausführung	Kosten in €/ lfd. m
„Pflugtechnik“	40
„Graben“	100
Querung einer Straße	200

Eine genaue Bestimmung der Verlegekosten wird durch die Vor-Ort-Bedingungen erschwert. Abhängig von Bodenbeschaffenheit, Relief, Anteil an Eigenarbeit und anderen Bedingungen können, die spezifischen Verlegekosten stark variieren. Dies spiegelt sich in den Daten der geförderten Maßnahmen ebenso wieder. Eine regionale Betrachtung zeigt die Variation der mittleren spezifischen Investitionskosten von 87 €/m in Schleswig-Holstein bis zu 470 €/m in Rheinland-Pfalz.

Die Investitionssumme pro Biogasleitung beträgt im Jahr 2014 etwa 220.000 € und ist damit wieder auf einem ähnlichen Niveau wie 2012 (s. Abbildung 5-2). Die Kosten korrelieren direkt mit der durchschnittlichen Leitungslänge.

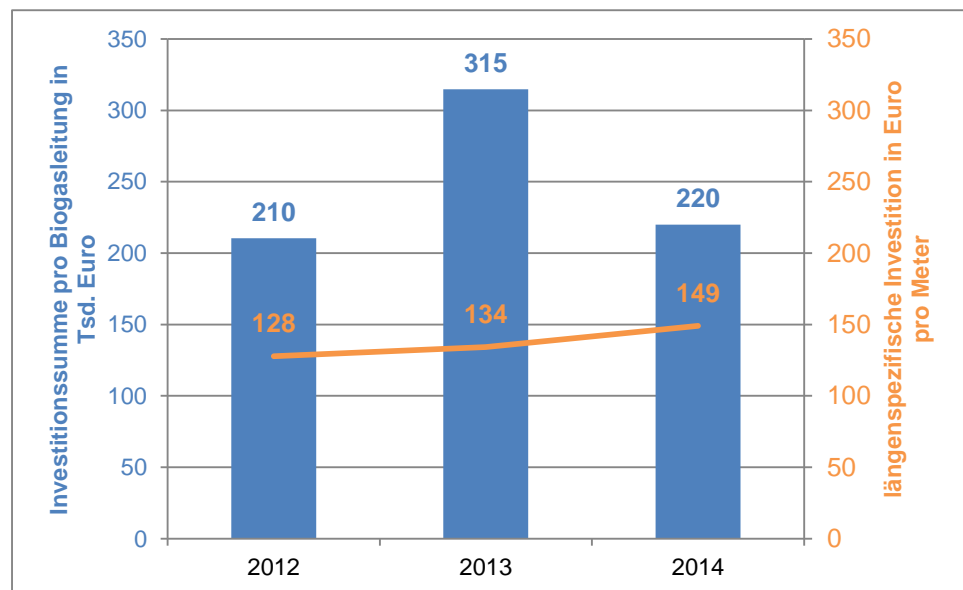


Abbildung 5-2: Entwicklung der spezifischen Investitionskosten für KfW-geförderte Biogasleitungen von 2012 bis 2014

5.2 Energiegestehungskosten

Die Abgrenzung der Begriffe „Energie-“ bzw. „Wärmegestehungskosten“ ist für Biogasleitungen und –aufbereitungsanlagen nur schwer möglich, da diese Anlagen nicht unmittelbar Wärme oder elektrischen Strom zur Verfügung stellen. Vielmehr liegt eine intermediäre Umwandlung von Energieträgern vor.

Biogasaufbereitungsanlagen

Die Kosten für die Biomethanbereitstellung setzen sich aus unterschiedlichen Prozessschritten zusammen. So gehen Kosten für die Biogaserzeugung, die Biogasaufbereitung sowie der Biogaseinspeisung ein. Der Fachverband Nachwachsende Rohstoffe e.V. hat für sechs Biogasaufbereitungsanlagenhersteller die Gestehungskosten in Abhängigkeit der Aufbereitungskapazität untersucht. Die Ergebnisse basieren auf Rohgaskosten von 5,5 bis 6,5 ct/kWh_{HS} (s. Abbildung 5-3). Die Kosten der Biomethaneinspeisung betragen unter 0,1 ct/kWh_{HS} und die für die Aufbereitung zwischen 0,7 und 2,2 ct/kWh_{HS}. Demzufolge unterteilen sich die Kosten der Biomethanbereitstellung zu 75 bis 90 % in die Kosten der Biogaserzeugung und zu 10 bis 25 % in die Aufbereitung zu Biomethan. Gleichzeitig nehmen die Kosten mit steigender Kapazität, insbesondere im Bereich unter 700 Nm³/h Biomethan, ab. In dieser Berechnung sind vermiedene Netznutzungsentgelte von 0,7 ct/kWh_{HS} nicht berücksichtigt und können somit als zusätzliche Gutschrift betrachtet werden. Eine Sensitivitätsanalyse am Beispiel einer DWW-Anlage (1.400 Nm³/h) zeigt weiterhin, dass vor allem die Rohgaspreise und damit die Substratart, sowie deren Preisschwankungen, den stärksten Einfluss auf die Biomethangestehungskosten haben. Für Aufbereitungsverfahren mit höherem Wärmebedarf (z.B. Aminwäsche) beeinflussen die Wärmekosten die Gesamtkosten stärker. Insbesondere diese Anlagen sind auf ein optimiertes Wärmekonzept angewiesen (FNR 2014).

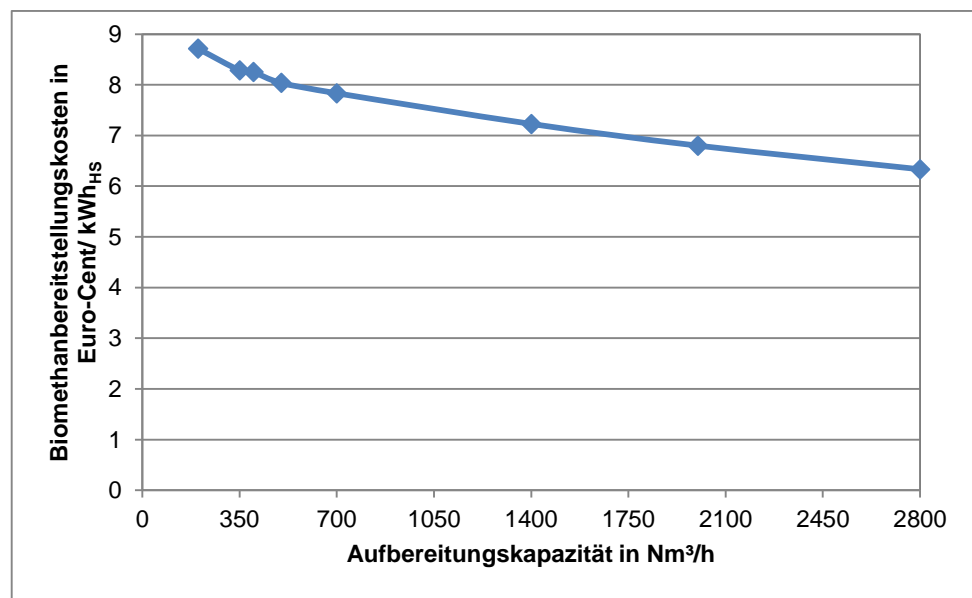


Abbildung 5-3: Spezifische Kosten der Biomethanbereitstellung auf Basis von sechs Herstellern in Abhängigkeit der Aufbereitungskapazität (FNR 2014)

Biogasleitungen

Die Investitionskosten einer Biogasleitung sind in Kapitel 5.1 dargestellt. Die Erlöse durch den Bau einer Biogasleitung

erschließen sich aus einem steigenden Wärmenutzungsgrad und damit verbundenen Einnahmen aus dem Wärmeverkauf. Durch die Wärmenutzungspflicht bei der EEG-Vergütung von Strom aus Biomasse gewinnen Biogasleitungen zunehmend an Bedeutung. Im Vergleich zu einer Vor-Ort-Verstromung mit ausschließlicher Wärmenutzung im Fermentationsprozess kann eine Erhöhung der Wärmeeinnahmen um bis zu 80 % der Gesamterlöse mit Hilfe einer Biogasleitung realisiert werden (AVBS 2007).

6. Literaturverzeichnis

- (AVBS 2007) EGGERS, THEODOR (2007): *Biogasleitung zur Strom- und Wärmenutzung am Ort des Verbrauchers*
Veranstaltung: „Strom und Wärme aus Biomasse - Gute Beispiele aus der kommunalen Praxis“. Hg. v. Abwasserverband Braunschweig. Leipzig. Online verfügbar unter www.duh.de/uploads/media/4_Eggers_281107_01.pdf, zuletzt geprüft am 28.11.2013.
- (Bensmann 2015) BENSMANN, MARTIN (2015): *Biomethan. Weniger Einspeiseanlagen errichtet*. In: *Biogas Journal* 2015 (3), S. 27–33, zuletzt geprüft am 04.06.2015.
- (BMU 2012) BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (BMU) (20.07.2012): *Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt*. Fundstelle: Bundesanzeiger. Online verfügbar unter http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare_energien/vorschriften/energie_ee_richtlinie_20_07_2012.pdf, zuletzt geprüft am 15.10.2013.
- (BMWi 2015) BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (11.03.2015): *Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt*. Online verfügbar unter http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/Foerderbekanntmachungen/marktanreizprogramm-erneuerbare-energien.pdf?__blob=publicationFile&v=10, zuletzt geprüft am 04.06.2015.
- (dena 12/2014) EDEL, MATTHIAS; REINHOLZ, TONI; VÖLLER, KLAUS; BLUME, AXEL (2014): *Branchenbarometer Biomethan*
Daten, Fakten und Trends zur Biogaseinspeisung. 2/2014, zuletzt geprüft am 05.06.2015.
- (dena 2015) DEUTSCHE ENERGIE-AGENTUR GMBH (2015): *Biogaseinspeisung in Deutschland - Übersicht*. Online verfügbar unter <http://www.biogaspartner.de/einspeiseatlas/projektliste-deutschland.html>, zuletzt geprüft am 04.06.2015.

- (FNR 2014) ADLER, PHILIPP; BILLIG, ERIC; BROSWOSKI, ANDRÉ; DANIEL-GROMKE, JAQUELINE; FALKE, IRIS; FISCHER, ERIK ET AL. (2014): *Leitfaden Biogasaufbereitung und -einspeisung* Studie Einspeisung von Biogas in das Erdgasnetz. 5., vollständig überarbeitete Auflage. Gülzow: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. Online verfügbar unter http://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/l/e/leitfadenbiogas2014_web.pdf, zuletzt geprüft am 30.06.2014.
- (FvB 2014 a) FACHVERBAND BIOGAS E.V. (2015): *Firmen*. Online verfügbar unter http://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_Alle_Firmen_sortiert_nach_Land?open=&l=DE&t=Gasaufbereitung&s1=51, zuletzt geprüft am 05.06.2015.
- (KfW 2014) KfW (2014): *Erneuerbare Energien - Premium* Mit Kredit und Tilgungszuschuss in Wärme investieren. Frankfurt am Main. Online verfügbar unter <https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-Umwelt/Finanzierungsangebote/Erneuerbare-Energien-Premium-%28271-281%29/#1>, zuletzt geprüft am 08.06.2015.
- (Papenfuß 2014) PAPENFUß, HOLGER (2014): *Evaluierung MAP - Biogas - Widerspruch Datenbasis -Erläuterung der Differenz zwischen Darlehenshöhe und Investitionssumme*, 22.05.2014. E-Mail an Enrico Schuhmann.
- (Schmalschläger 2009) SCHMALSCHLÄGER, THOMAS (2009): *Fernwärme- und Mikrogasleitungen - wirtschaftliche Aspekte*. Vortragsveranstaltung Biogas. Amt für Landwirtschaft und Forsten, Weißenburg. Ostheim, 19.02.2009, zuletzt geprüft am 14.10.2013.
- (vonBredow 2013) VON BREDOW VALENTIN RECHTSANWÄLTE (Hg.) *Newsletter* vonBredow Valentin / I.2013 Unter Mitarbeit von Hartwig von Bredow und Florian Valentin. Berlin (I.2013). Online verfügbar unter <http://www.vonbredow-valentin.de/wp-content/uploads/2013/10/vBV-Newsletter-I.2013.pdf>, zuletzt geprüft am 28.05.2014.

Appendix 7: Basisdaten und Berechnungen

1. CO₂-Emissionen

1.1 Spezifische Emissionsvermeidungsfaktoren

g/kWh Endenergie	CO ₂ Äqui.	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂ Äqui.	SO ₂	NO _x	Staub	CO	NM VOC
Feste Biomasse-Einzelf Feuerungen (HH)	286,70	284,40	0,15	0,00	0,13	0,14	-0,01	-0,42	-11,12	-0,70
Feste Biomasse-Scheitholzkessel (HH)	325,50	317,00	0,33	0,01	0,18	0,26	-0,11	-0,22	-8,08	-0,05
Feste Biomasse-Mix (Industrie)	277,80	285,80	0,24	-0,04	-1,23	0,09	-1,88	-0,12	-0,73	-0,49
Feste Biomasse-H(K)W	222,80	226,60	0,32	-0,03	-0,32	0,11	-0,61	-1,03	-0,63	-0,49
Biogas										
Wärmenetze Erschließung Biogas BHKWs	202,90	281,10	-2,35	-0,09	-0,06	0,13	-0,18	0,00	0,24	0,02
Tiefe Geothermie H(K)W	265,30	252,00	0,52	0,01	0,41	0,22	0,28	0,02	0,10	0,02
Sole-Wasser & Wasser-Wasser WP Bestand	69,87	66,30	0,27	-0,01	0,10	0,08	0,02	0,01	0,32	0,06
Luft-Wasser Wärmepumpe Bestand	18,79	17,32	0,20	-0,01	0,04	0,06	-0,02	0,00	0,29	0,06
Solarthermie-Mix	265,4	253,2	0,542	0,002	0,25	0,127	0,178	-0,006	0,01	0,042

Quelle: Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger, Stand Juli 2013 - Anhang 4

<http://www.umweltbundesamt.de/energie/archiv/emissionsbilanz-2012.pdf>

1.2 Annahmen Biogasleitungen und -Aufbereitung

Annahmen Biogasleitungen

Biogasleitungen führen nicht per se zu einer Einsparung an CO₂. Sie tragen allerdings dazu bei, dass die Wärmenutzung der Biogas-BHKW erhöht wird, da ein Teil des Biogases in unmittelbarer Nähe für eine Wärmesenke genutzt wird. Biogasleitungen werden auch im Rahmen des *Repowering* von Biogasanlagen eingesetzt.

Um den Klimanutzen zu quantifizieren, wird auf Ergebnisse einer Befragung von 75 Betreibern von Biogasleitungen (Installation Sept. 2008 bis Sept. 2009) zurückgegriffen, von denen damals 36 geantwortet haben (Pehnt et al. 2010). In dieser Befragung wurden 33 % der Leitungen im Zusammenhang mit dem Neubau von Biogasanlagen mit Satelliten-BHKW errichtet; 53 % im Zusammenhang mit Erweiterungen bzw. Umbauten beispielsweise durch Errichtung eines zusätzlichen Satelliten-BHKW beim Endnutzer (etwa weil der Fermenter zuvor nicht vollständig ausgelastet war) oder durch Modernisierung oder Umgruppierung vorhandener BHKW, wenn beispielsweise zuvor zwei BHKW an einem Fermenter installiert waren, von denen eins an einen anderen Standort mit hohem Wärmebedarf verschoben wird. Die **Wärme** am BHKW beim Endnutzer wird zum größten Teil in ein Nahwärmenetz eingespeist (66 %) oder für die Beheizung von Betriebsgebäuden verwendet (53 %); zudem wird die Wärme zur Beheizung von Ställen genutzt (22 %) (Mehrfachnennungen möglich). Allerdings ist es durchaus nicht so, dass 100 % der Wärme des Satelliten-BHKW genutzt wird. In den befragten Anlagen lag die **mittlere Wärmenutzung bei 75 %**. Die Hälfte der Anlagen wies eine Wärmenutzung von weniger als 70 % auf.

Die CO₂-Einsparung wurde unter Berücksichtigung der **verbesserten Wärmeabnahme**, der Differenz bezüglich des **elektrischen Wirkungsgrades und des Hilfsstrombedarfs** für den Kompressor errechnet (siehe hierzu Pehnt et al. (2010)). Im Durchschnitt ergeben sich THG-Einsparungen pro Anlage von rund 240 t/a bei Neubauten und 600 t/a bei Erweiterung oder Umgruppierung von BHKW, jeweils gegenüber einer Anlage ohne Biogasleitung. Der vergleichsweise geringere Wert bei Neubauten erklärt sich damit, dass einige der Anlagen eine sehr geringe Wärmenutzung sowohl des Fermenters als auch des Satelliten-BHKW aufweisen. In vielen der Anlagen ist auch das Fermenter-BHKW vergleichsweise groß ausgelegt – meist größer als das Satelliten-BHKW. Damit ist der erzielbare Zusatzeffekt vergleichsweise gering.

Hochgerechnet auf alle 28 in 2014 errichteten Biogasleitungen-BHKW würde sich – unter der Annahme einer ähnlichen Verteilung Neubau (ein Drittel)/Erweiterung (zwei Drittel) wie bei den Anlagen, die mittels Fragebogen in Pehnt et al. (2010) ausgewertet wurden –, rund 14 kt pro Jahr bzw. 282 kt über 20 Jahre ergeben (Tabelle 1-1).

Tabelle 1-1: Resultierende THG-Einsparungen durch Biogasleitungen

	THG- Einsparung						
	pro Anlage					Hochgerechnet (n=28)	
	t/a			t/20 a Mittel		t/a	t/20 a
	Mittel	von	bis				
Neubau Satelliten-BHKW	242	-61	641	4.835			
Erweiterung Satelliten-BHKW, Umgruppierung	605	0	2.974	12.099			
Neubau Satelliten-BHKW ohne Ferm.- BHKW	732	-	-	14.640			
Gesamt						14.305	281.613

Annahmen Biogasaufbereitung

Analog zur vorhergehenden Evaluierung wird in Anlehnung zu den Berechnungen des ZSW in Pehnt et al. (2010) die THG-Einsparung der realisierten Biogasaufbereitung mittels der Annahme quantifiziert, dass das eingespeiste Erdgassubstitut vollständig in dezentralen KWK-Anlagen genutzt wird und dass die Beheizung des Fermenters mit Biorohgas erfolgt. Daraus ergibt sich eine THG-Minderung von 240 t/a oder, bezogen auf 20 Jahre, 4,8 kt.

2. Schadenskosten

Schadenskosten, 1 % Zeitpräferenzrate, westeuropäische standardisierte Gewichtung,

[€/t]	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	Staub	NMVOC
Klimawandel	98 €	3.562 €	129.680 €	- €	- €	- €	- €
Gesundheitsschäden				6.348 €	5.722 €	1.327 €	941 €
Ernteverluste				- 39 €	328 €		189 €
Materialschäden				259 €	71 €		
Biodiversität				184 €	942 €		- 70 €
Summe	98 €	3.562 €	129.680 €	6.752 €	7.063 €	1.327 €	1.060 €

Quelle: NEEDS New Energy Externalities Development for Sustainability, Deliverable no. 6.1 - RS1a - External costs from emerging electricity generation technologies, 24.03.2009

3. Wirtschaftlichkeitsrechnung EFH / MFH Einzelanlagen

3.1 Basisdaten

Grunddatenblatt

(Alle Angaben ohne MwSt)

Allgemeine Daten				Bemerkungen/Quelle
Zinsfuß	4,5%			Handbuch Bioenergie Kleinanlagen zum Vergleich: Maschinenring Ansbach: Fachpersonal 10 - 15.- €/h; Hilfskraft 8 - 12 €/h www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2012/01/PD12_011_611.html www.kosten-hausbau.de
Unterhalt und Versicherung von Gebäuden	0,005	(in % der Investitionssumme)		
Lohnkosten	35	€/h		
Mehrwertsteuer Forstprodukte	0,07			
Mehrwertsteuer landwirtschaftliche Produkte	0,09			
Mehrwertsteuer sonstige Produkte	0,19			
Inflation 2010	2,3			
Haus-Gasanschluss	2500	€		
Abschreibung:				
Abschreibungsdauer Technik/Installation	18	Jahre		VDI 2067 (Durchschnittswert Kessel - Peripherie)
Abschreibungsdauer Gebäude/bauliche Einrichtungen	50	Jahre		VDI 2067
Wiedergewinnungsfaktor Technik/Installation	0,082		Wiedergewinnungsfaktor	VDI 2067 Seite 15
Wiedergewinnungsfaktor bauliche Einrichtungen	0,051			VDI 2067 Seite 15
Preissteigerung für Energie (verbrauchsgeb. Kosten)	0,0%		$\frac{i \cdot q^n}{q^n - 1}$	VDI 2067 Seite 17
Preissteigerung für Löhne (betriebsgeb. Kosten)	0,0%			VDI 2067 Seite 17
Preissteigerung für Investitionen (kapitalgeb. Kosten)	0			VDI 2067 Seite 17
Instandsetzung:				
Instandsetzung baulicher Teil (in % p.a.)	1,0%			VDI 2067, Seite 26
Instandsetzung Festbrennstoffkessel (Biomasse) (in % p.a.)	3,0%			VDI 2067, Seite 22
Instandsetzung Wärmepumpe (in % p.a.)	1,0%			VDI 2067, Seite 22
Instandsetzung Gas-Brennwertkessel (in % p.a.)	1,5%			VDI 2067, Seite 22
Instandsetzung Solarkollektoren (in % p.a.)	0,5%			VDI 2067, Seite 23

Wartung:			
Wartung baulicher Teil (in % p.a.)	1,0%		VDI 2067, Seite 26
Wartung Festbrennstoffkessel (in % p.a.)	2,5%		VDI 2067, Seite 22
Wartung Öl, Gas, Wärmepumpe (in % p.a.)	1,5%		VDI 2067, Seite 22
Wartung/Instandsetzung Peripherie (in % p.a.)	1,4%		VDI 2067, Seite 34
Wartung Solarkollektoren	0,5%		
Versicherung bzw. sonstige Kostenzuschläge:			
Versicherung (% der Gesamtinvestition)	0,25%		
MwSt.	19%		
Verminderter Steuersatz	7%		
Stromverbrauch:			
Stromverbrauch Gas und H _{el} (% der therm. Arbeit) p.a.	1,0%		Schätzung
Stromverbrauch autom. besch. Anl. (% der therm. Arbeit) p.a.	2,5%		nach Kunde 2009 (Annahme: Pellets- und
Stromverbrauch Scheitholz (% der therm. Arbeit) p.a.	1,5%		Schätzung
Kaminkehrer:			
	Preis/a in €	Häufigkeit/a	
Kamin und Rauchrohrreinigung, inkl. MwSt.	66,59	2	Kostensätze ZIV 10/06 (Wazula)
Lüftung prüfen, inkl. MwSt.	0,60	2	Kostensätze ZIV 10/06 (Wazula), inkl. Filterhülse
Emissionsmessung alle 2 Jahre inkl. Filterhülse, inkl. MwSt.	59,66	1	Kostensätze ZIV 10/06 (Wazula)
Prüfung auf Ordnungsgemäßen Zustand, inkl. MwSt.	3,00	0,5	Kostensätze ZIV 10/06 (Wazula)
Brennstoff Feuchtemessung inkl. MwSt.	3,61	0,5	Kostensätze ZIV 10/06 (Wazula)
Ölheizung: Emissionsmessung	32,53	0,5	Kostensätze ZIV 10/06 (Wazula)
Ölheizung: Kehren, Rauchrohrreinigen, Lüftung prüfen	23,69	0,5	Kostensätze ZIV 10/06 (Wazula)

3.2 Energiedaten und -preise

Brennstoffdaten (Festbrennstoffe)	Hackschnitzel (Fichte)	Scheitholz (Buche)	Holzpellets	
Wassergehalt bei Verwendung ($w_{\text{lief}}(\text{ern})$) (%)	35	20	10	Naturbelassene biogene Festbrennstoffe, Bericht Nr. 154, September 2000; Seite 148 Feuchteformel Lohmann 1993, Seite 103, Seite 106 Heizwertformel Handbuch Bioenergie Kleinanlagen, Entwurf Oktober 2006 bzw. Veröffentlichung, Kapitel 4, Tabelle 1.8; Handbuch Bioenergie Kleinanlagen, Entwurf Oktober 2006 bzw. Veröffentlichung, Kapitel 4, Tabelle 1.8; Formel Formel Scheitholz: Buche, Umrechnungsfaktor R_m auf f_m : 1,98; Fichte Umrechnungsfaktor 1,80 (Zahlen Höldrich)
Heizwert wasserfrei ($H_{u(wf)}$) MJ/kg	18,82	18,42	18,80	
Feuchte (%)	53,85	25,00	–	
Schwindung (%)	0,00%	4,34%	–	
Heizwert frisch, Lieferzeitpunkt ($H_{u(w)}$) MJ/kg	11,38	14,25	16,68	
Heizwert frisch, Lieferzeitpunkt ($H_{u(w)}$) MJ/m ³	2729	4277	11080	
Gewicht Quaderballen (kg/m ³) bei $W_{\text{lief}}(\text{ern})$	–	–	–	
Schüttdichte atro (kg/m ³)	177	280	598	
Schüttdichte bei $W_{\text{Verwendung}}$ (kg/m ³)	240	300	664,44	
Rohdichte (atro) (kg/fm)	583	730	–	
Stapeldichte bei Lieferung ($w_{\text{lief}}(\text{ern})$) (kg/Rm_1 m gespalten)	324	368	–	
Energieinhalt Scheitholz (kWh/Rm Scheitlänge 1 m gespalten)	1023	1458	–	
weitere Kenndaten (Brenn- und Kraftstoffe)		Erdgas	–	
Dichte bei 15 °C (kg/l)		–	–	Leitfaden Bioenergie
Heizwert (MJ/kg)		–	–	Leitfaden Bioenergie
Heizwert (MJ/l)		–	–	
Heizwert (MJ/m ³)		37,30	–	

Brennstoff-Marktpreise 2014 (frei Haus ohne MwSt)	€/l	€/RM bzw. m³	€/t	€/GJ	€/kWh	€/Monat	Preisangabe inkl. Ust.	USt.	
Holzpellets	–	–	249,4	15,0	0,0538	–	266,89 €/t	7 %	Quelle: TFZ
Scheitholz	–	84,2	228,4	16,0	0,0507	–	90,06 €/Rm	7 %	Quelle: TFZ
Wald-Hackschnitzel	–	21,8	91,0	8,0	0,0288	–	97,38 €/t	7 %	Quelle: TFZ
elektrischer Strom Kleinverbraucher	–	–	–	68,0	0,2448	–	0,29 €/kWh	19 %	Quelle: BDEW
elektrischer Strom (Wärmepumpentarif)	–	–	–	46,7	0,1683	–	0,20 €/kWh	19 %	Quelle: RWE, EWE, ENBW (Mittelwert aus 3 Quellen)
Zusätzliche Kosten für WP-Tarif-Zähler	–	–	–	–	–	5,98	7,12 €/Monat	19 %	Quelle: RWE EWE, ENBW (Mittelwert aus 3 Quellen)
Erdgas "H"	–	–	–	15,2	0,055	10,13	0,0652	19 %	Verivox
	–	–	–	–	–	16,875	–	19 %	

Brennstoff-Marktpreise 2013 (frei Haus ohne MwSt)	€/l	€/RM bzw. m³	€/t	€/GJ	€/kWh	€/Monat	Preisangabe inkl. Ust.	USt.	Kommentar/Quelle
Holzpellets	–	–	256,7	15,4	0,0554	–	274,64 €/t	7 %	Quelle: TFZ
Scheitholz	–	83,1	225,6	15,8	0,0507	–	88,92 €/Rm	7 %	Quelle: TFZ
Wald-Hackschnitzel	–	21,5	89,5	7,9	0,0283	–	95,80 €/t	7 %	Quelle: TFZ
elektrischer Strom Kleinverbraucher	–	–	–	64,0	0,2303	–	0,27 €/kWh	19 %	Quelle: IE Leipzig
elektrischer Strom (Wärmepumpentarif)	–	–	–	51,4	0,1849	–	0,22 €/kWh	19 %	Quelle: RWE, EWE, ENBW (Mittelwert aus 3 Quellen)
Zusätzliche Kosten für WP-Tarif- Zähler	–	–	–	–	–	5,76	6,86 €/Monat	19 %	Quelle: RWE EWE, ENBW (Mittelwert aus 3 Quellen)
Erdgas "H"	–	–	–	15,4	0,056	10,13	0,0661	19 %	BDEW
	–	–	–	–	–	16,875	–	19 %	

Brennstoff-Marktpreise 2012 (frei Haus ohne MwSt)	€/l	€/RM bzw. m³	€/t	€/GJ	€/kWh	€/Monat	Preisangabe inkl. Ust.	Ust.	Kommentar / Quelle
Heizöl Kleinverbraucher	0,76	–	–	21,2	0,0764	–	0,906 €/l	19%	www.tecson.de; inkl. MwSt ==> in TFZ-Grafik enthalten
Holzpellets	–	–	225,6	13,5	0,0487	–	241,38 €/t	7%	Quelle: TFZ-Grafik Entwicklung der Brennstoffpreise
Scheitholz	–	81,5	221,2	15,5	0,0507	–	87,20 €/Rm	7%	Quelle: TFZ-Grafik Entwicklung der Brennstoffpreise Quelle: TFZ-Grafik Entwicklung der Brennstoffpreise und
Wald-Hackschnitzel	–	20,7	86,2	7,6	0,0273	–	92,19 €/t	7%	http://www.carmen- ev.de/dt/energie/bezugsquellen/hackschnipreise.html; Preisindex Hackschnitzel (Mittelwert aus Jan 10 - Dez 10) http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index. php?title=File:Half- yearly_electricity_and_gas_prices.png&filetimestamp=2013 1106132508
elektrischer Strom Kleinverbraucher	–	–	–	60,7	0,2185	–	0,26 €/kWh	19%	HEA
elektrischer Strom (Wärmepumpentarif)	–	–	–	45,3	0,1632	–	0,19 €/kWh	19%	HEA
Zusätzliche Kosten für WP- Tarif-Zähler	–	–	–	–	–	5,60	6,67 €/Monat	19%	HEA
Erdgas "H"	–	–	–	13,7	0,0492	9,45	0,0585	19%	BDEW Heizkostenvergleich 2012
	–	–	–	–	–	16,88		19%	
Brennstoff-Marktpreise 2011 (frei Haus ohne MwSt)	€/l	€/RM bzw. m³	€/t	€/GJ	€/kWh	€/Monat	Preisangabe inkl. Ust.	Ust.	Kommentar / Quelle
Heizöl Kleinverbraucher	0,70	–	–	19,5	0,0703	–	0,834 €/l	19%	www.tecson.de; inkl. MwSt, TFZ-Grafik
Holzpellets	–	–	224,8	13,5	0,0485	–	240,55 €/t	7%	Quelle: TFZ-Grafik Entwicklung der Brennstoffpreise
Scheitholz	–	78,0	211,7	14,9	0,0507	–	83,44 €/Rm	7%	Quelle: TFZ-Grafik Entwicklung der Brennstoffpreise Quelle: TFZ-Grafik Entwicklung der Brennstoffpreise und
Wald-Hackschnitzel	–	21,2	88,4	7,8	0,0280	–	94,59 €/t	7%	http://www.carmen- ev.de/dt/energie/bezugsquellen/hackschnipreise.html; Preisindex Hackschnitzel (Mittelwert aus Jan 10 - Dez 10) Quelle: TFZ-Grafik Entwicklung der Brennstoffpreise und
Getreidekörner	–	135,8	181,0	12,9	0,0465	–	193,70 €/t	7%	http://www.carmen- ev.de/dt/energie/bezugsquellen/hackschnipreise.html; Preisindex Hackschnitzel (Mittelwert aus Jan 10 - Dez 10)
elektrischer Strom Kleinverbraucher	–	–	–	59,1	0,2126	–	0,25 €/kWh	19%	http://epp.eurostat.ec.europa.eu/
elektrischer Strom (Heizstrom Hochtarif)	–	–	–	40,8	0,1468	–	0,17 €/kWh	19%	Durchschnitt aus u.g. Preisblättern
elektrischer Strom (Heizstrom Niedrigtarif)	–	–	–	30,2	0,1086	–	0,13 €/kWh	19%	Durchschnitt aus u.g. Preisblättern
Grundpreis für Strom	–	–	–	–	–	6,6	7,88 €/Monat	19%	Durchschnitt aus u.g. Preisblättern
Erdgas "H"	–	–	–	13,8	0,0500	–	0,059 €/kWh	19%	http://epp.eurostat.ec.europa.eu/

3.3 Gebäude

Annahmen zum Wärmebedarf und der Heizleistung für die Gebäudetypen Einfamilienhaus

Bezeichnung	EFH Typ E unsaniert	EFH Typ E saniert	EFH Typ J EnEV 2009 Gas	EFH Typ J EnEV 2009 Gas sol WW	EFH Typ J EnEV 2009 EE	EFH Typ J Passiv Gas	EFH Typ J Passiv Gas sol	EFH Typ J Passiv EE
Hüllfläche	556,38 m ²	556,38 m ²	384,89 m ²	384,89 m ²	384,89 m ²	384,89 m ²	384,89 m ²	384,89 m ²
beheiztes Volumen	934,20 m ³	934,20 m ³	478,90 m ³	478,90 m ³	478,90 m ³	478,90 m ³	478,90 m ³	478,90 m ³
Nutzfläche A _N	298,94 m ²	298,94 m ²	153,25 m ²	153,25 m ²	153,25 m ²	153,25 m ²	153,25 m ²	153,25 m ²
Wohnfläche	242,00 m ²	242,00 m ²	133,20 m ²	133,20 m ²	133,20 m ²	133,20 m ²	133,20 m ²	133,20 m ²
A/V Verhältnis	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
spez. Heizwärmebedarf q _H	176,0 kWh/(m ² a)	80,2 kWh/(m ² a)	23,0 kWh/(m ² a)	44,5 kWh/(m ² a)	66,0 kWh/(m ² a)	3,8 kWh/(m ² a)	9,3 kWh/(m ² a)	9,6 kWh/(m ² a)
spez. Trinkwarmwasserbedarf EnEV 2009	12,5 kWh/(m ² a)	12,5 kWh/(m ² a)	12,5 kWh/(m ² a)	12,5 kWh/(m ² a)	12,5 kWh/(m ² a)	12,5 kWh/(m ² a)	12,5 kWh/(m ² a)	12,5 kWh/(m ² a)
spez. Speicherverluste	5,0 kWh/(m ² a)	5,0 kWh/(m ² a)	5,0 kWh/(m ² a)	5,0 kWh/(m ² a)	5,0 kWh/(m ² a)	5,0 kWh/(m ² a)	5,0 kWh/(m ² a)	5,0 kWh/(m ² a)
spez. Trinkwarmwasserbedarf q _{TW}	17,5 kWh/(m ² a)	17,5 kWh/(m ² a)	17,5 kWh/(m ² a)	17,5 kWh/(m ² a)	17,5 kWh/(m ² a)	17,5 kWh/(m ² a)	17,5 kWh/(m ² a)	17,5 kWh/(m ² a)
el. Hilfsenergie - Endenergiebedarf Lüftung Q _{L,HE,E}						179 kWh/a	179 kWh/a	179 kWh/a
Transmissionsverluste Q _T	694,8 W/K	301,6 W/K	51,0 W/K	94,8 W/K	142,0 W/K	42,3 W/K	60,0 W/K	60,0 W/K
Lüftungsverluste Q _V	169,0 W/K	169,0 W/K	74,2 W/K	86,6 W/K	86,6 W/K	29,7 W/K	29,7 W/K	29,7 W/K
Heizlast (Transmission und Lüftung)	27,6 kW	15,1 kW	4,0 kW	5,8 kW	7,3 kW	2,3 kW	2,9 kW	2,9 kW
Aufheizlast (13 W/m ²)	3,9 kW	3,9 kW	2,0 kW	2,0 kW	2,0 kW	2,0 kW	2,0 kW	2,0 kW
Gesamtheizlast	31,5 kW	18,9 kW	6,0 kW	7,8 kW	9,3 kW	4,3 kW	4,9 kW	4,9 kW
Gewählte Kesselgröße	31,5 kW	18,9 kW	10,0 kW	10,0 kW	10,0 kW	7,0 kW	7,0 kW	7,0 kW

Annahmen zum Wärmebedarf und der Heizleistung für die Gebäudetypen Mehrfamilienhaus

Bezeichnung	MFH Typ E unsaniert	MFH Typ E saniert	MFH Typ E EnEV 2009 Gas	MFH Typ E EnEV 2009 Gas sol	MFH Typ E EnEV 2009 EE	MFH Typ E Passiv Gas	MFH Typ E Passiv Gas sol	MFH Typ E Passiv EE
Hüllfläche	4.490,70 m ²	4.490,70 m ²	4.490,70 m ²	4.490,70 m ²	4.490,70 m ²	4.490,70 m ²	4.490,70 m ²	4.490,70 m ²
beheiztes Volumen	10.397,00 m ³	10.397,00 m ³	10.397,00 m ³	10.397,00 m ³	10.397,00 m ³	10.397,00 m ³	10.397,00 m ³	10.397,00 m ³
Nutzfläche A _N	3.327,04 m ²	3.327,04 m ²	3.327,04 m ²	3.327,04 m ²	3.327,04 m ²	3.327,04 m ²	3.327,04 m ²	3.327,04 m ²
Wohnfläche	2.845,00 m ²	2.845,00 m ²	2.845,00 m ²	2.845,00 m ²	2.845,00 m ²	2.845,00 m ²	2.845,00 m ²	2.845,00 m ²
A/V Verhältnis	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
spez. Heizwärmebedarf q _H	157,5 kWh/(m ² a)	71,2 kWh/(m ² a)	25,0 kWh/(m² a)	39,5 kWh/(m² a)	49,1 kWh/(m² a)	5,2 kWh/(m² a)	5,5 kWh/(m² a)	5,5 kWh/(m² a)
spez. Trinkwarmwasserbedarf EnEV 2009	12,5 kWh/(m ² a)	12,5 kWh/(m ² a)	12,5 kWh/(m ² a)	12,5 kWh/(m ² a)	12,5 kWh/(m ² a)	12,5 kWh/(m ² a)	12,5 kWh/(m ² a)	12,5 kWh/(m ² a)
spez. Speicherverluste	5,0 kWh/(m ² a)	5,0 kWh/(m ² a)	5,0 kWh/(m ² a)	5,0 kWh/(m ² a)	5,0 kWh/(m ² a)	5,0 kWh/(m ² a)	5,0 kWh/(m ² a)	5,0 kWh/(m ² a)
spez. Trinkwarmwasserbedarf q _{TW}	17,5 kWh/(m ² a)	17,5 kWh/(m ² a)	17,5 kWh/(m ² a)	17,5 kWh/(m ² a)	17,5 kWh/(m ² a)	17,5 kWh/(m ² a)	17,5 kWh/(m ² a)	17,5 kWh/(m ² a)
el. Hilfsenergie - Endenergiebedarf Lüftung Q _{L,HE,E}							3.878 kWh/a	3.878 kWh/a
Transmissionsverluste QT	6.964,2 W/K	2.897,6 W/K	975,6 W/K	1.918,9 W/K	1.951,0 W/K	870,3 W/K	889,8 W/K	889,8 W/K
Lüftungsverluste QV	1.979,6 W/K	1.979,6 W/K	1.696,8 W/K	1.696,8 W/K	1.979,6 W/K	678,7 W/K	678,7 W/K	678,7 W/K
Heizlast (Transmission und Lüftung)	286,2 kW	156,1 kW	85,5 kW	115,7 kW	125,8 kW	49,6 kW	50,2 kW	50,2 kW
Aufheizlast (13 W/m ²)	43,3 kW	43,3 kW	43,3 kW	43,3 kW	43,3 kW	43,3 kW	43,3 kW	43,3 kW
Gesamtheizlast	329,5 kW	199,3 kW	128,8 kW	159,0 kW	169,0 kW	92,8 kW	93,4 kW	93,4 kW
Gewählte Kesselgröße	329,5 kW	199,3 kW	128,8 kW	159,0 kW	169,0 kW	92,8 kW	93,4 kW	93,4 kW

3.4 Rechnungsblätter für das Jahr 2014

Wirtschaftlichkeitsberechnung Gas Brennwert 2014

Bezeichnung		EFH Typ E unsaniert	EFH Typ E saniert		MFH Typ E unsaniert	MFH Typ E saniert
Brennstoff		Gas	Gas		Gas	Gas
Kessel-Nennwärmeleistung	kW	32	19		329	199
a) Anlagen- und Betriebsdaten:						
Wärmebedarf Heizung ^a	kWh/a	52625,5	23988,4		523929,0	237004,0
Wärmebedarf Trinkwasser ^b	kWh/a	5231,5	5231,5		58223,2	58223,2
Gesamtnutzungsgrad		88%	88%		88%	88%
Arbeitszeitbedarf für Reinigung und Betrieb	h/a	0,5	0,5		0,5	0,5
Kaminkehrungen pro Jahr		2	2		2	2
b) Investition						
Investition Gebäude		2250	2250		2250	2250
Investition Gas-Brennwertanlage		3898	2758		19177	13633
Peripherie Gas-Brennwertanlage		2701	1881		14290	10002
Anschluß Gas		2025	2025		2025	2025
Montage Gaskessel		1664	1603		1975	1904
Investition Anlage	€	10287	8268		37467	27564
Förderung Feuerung	€	0	0		0	0
Förderung Solar	€	0	0		0	0
c) kapitalgebundene Kosten						
Annuität Gebäude	€/a	81	81		81	81
Annuität Anlage	€/a	846	680		3.081	2.267
Annuität Förderung	€/a	0	0		0	0
Summe kapitalgeb. Kost. ohne Förd.	€/a	927	761		3.162	2.348
Summe kapitalgeb. Kost. nur Förd.	€/a	0	0		0	0
d) verbrauchsgebundene Kosten						
Summe Brennstoffeinsatz	kWh/a	65746,6	33204,4		661536,6	335485,5
Jahresbrennstoffbedarf	m3	6345	3205		63847	32379
angelegter Brennstoffpreis	€/kWh	0,05	0,05		0,05	0,05
Brennstoffkosten	€/a	3.724	1.941	0	36.448	18.584
angelegte Stromkosten Tagstrom	€/kWh	0,24	0,24		0,24	0,24
angelegte Stromkosten Nachtstrom	€/kWh	-	-		-	-
Strom bzw. Hilfsstromverbrauch ⁱ	€/a	142	72		1.425	723
Summe verbrauchsgeb. Kosten	€/a	3.865	2.012		37.873	19.306
e) betriebsgebundene Kosten						
Wartung/Instandsetzung (Gebäude) ^j	€/a	45	45		45	45
Wartung/Instandsetzung (Anlage) ^k	€/a	411	331		1.499	1.103
Reinigungs- und Betriebskosten	€/a	18	18		18	18
Emissionsmessung	€/a	33	33		33	33
Schornsteinfegerleistungen ^m	€/a	47	47		47	47
Summe betriebsgeb. Kosten	€/a	554	473		1.641	1.245
f) sonstige Kosten						
Versicherung ⁿ	€/a	26	21		94	69
inkl. baulichen Investitionen						
jährl. Gesamtkosten (ohne USt.)	€/a	5.372	3.267		42.770	22.968
jährl. Gesamtkosten (mit USt.)	€/a	6.393	3.888		50.896	27.332
Energiekosten (ohne Förd., mit USt.)	€/kWh	0,110	0,133		0,087	0,093
Förderbetrag pro Kilowattstunde	€/kWh	0,000	0,000		0,000	0,000
exkl. baulichen Investitionskosten						
jährl. Gesamtkosten (ohne USt.)	€/a	5.246	3.141		42.644	22.842
jährl. Gesamtkosten (mit USt.)	€/a	6.243	3.141		42.644	22.842
Energiekosten (ohne Förd., mit USt.)	€/kWh	0,108	0,107		0,073	0,077
Förderbetrag pro Kilowattstunde	€/kWh	0,000	0,000		0,000	0,000
			Eingabefeld für Rechnung			
			Nicht repräsentativ			

Wirtschaftlichkeitsberechnung Pelletkessel 2014

Bezeichnung		EFH Typ E unsaniert	EFH Typ E saniert		MFH Typ E unsaniert	MFH Typ E saniert
Brennstoff		Pellet	Pellet		Pellet	Pellet
Kessel-Nennwärmeleistung	kW	32	19		329	199
a) Anlagen- und Betriebsdaten:						
Wärmebedarf Heizung ^a	kWh/a	52625,5	23988,4		523929,0	237004,0
Wärmebedarf Trinkwasser ^b	kWh/a	5231,5	5231,5		58223,2	58223,2
Gesamtnutzungsgrad		78%	78%		78%	78%
Fläche Solaranlage	m ²	0	0		0	0
Arbeitszeitbedarf für Reinigung und Betrieb	h/a	3,0	3,0		3,0	3,0
Kaminkehrungen pro Jahr		2	2		2	2
b) Investition						
Investition Gebäude	€	10297	7614		23127	14196
Investition Biomasseanlage	€	17152	13528		154843	93681
Investition Solaranlage	€	0	0		0	0
Investition Anlage (Biomasse & Solar)	€	17152	13528		154843	93681
Förderung Feuerung	€	2900	2900		9.884	5.980
Förderung Solar	€	0	0		0	0
c) kapitalgebundene Kosten						
Annuität Gebäude	€/a	370	274	0	831	510
Annuität Anlage	€/a	1.411	1.113	0	12.734	7.704
Annuität Förderung	€/a	238	238		813	492
Summe kapitalgeb. Kost. ohne Förd.	€/a	1.781	1.386		13.565	8.214
Summe kapitalgeb. Kost. nur Förd.	€/a	238	238		813	492
d) verbrauchsgebundene Kosten						
Spezifischer Solarertrag	kWh/m ² *a	0	0		0	0
solarer Wärmeertrag	kWh/a	0	0		0	0
fasve	%	0	0		0	0
Summe Brennstoffeinsatz	kWh/a	74.175,60	37461,4		746349,0	378496,4
Jahresbrennstoffbedarf	t	16,01	8,09		161,12	81,71
angelegter Brennstoffpreis	€/t	249,43	249,43		249,43	249,43
Brennstoffkosten	€/a	3.994,14	2.017		40.189	20.381
angelegte Stromkosten Tagstrom	€/kWh	0,24	0,24		0,24	0,24
angelegte Stromkosten Nachtstrom	€/kWh	-	-		-	-
Strom bzw. Hilfsstromverbrauch ⁱ	€/a	354,07	179		3.563	1.807
Summe verbrauchsgeb. Kosten	€/a	4.348	2.196		43.751	22.188
e) betriebsgebundene Kosten						
Wartung/Instandsetzung (Gebäude) ^j	€/a	205,95	152		463	284
Wartung/Instandsetzung (Anlage) ^k	€/a	943,37	744		8.516	5.152
Reinigungs- und Betriebskosten	€/a	105,00	105		105	105
Emissionsmessung	€/a	59,66	59,66		59,66	59,66
Schornsteinfegerleistungen ^m	€/a	74	74		74	74
Summe betriebsgeb. Kosten	€/a	1.388	1.135		9.217	5.675
f) sonstige Kosten						
Versicherung ⁿ	€/a	43	34		387	234
inkl. baulichen Investitionen						
jährl. Gesamtkosten (ohne USt.)	€/a	7.559	4.751		66.921	36.311
jährl. Gesamtkosten (mit USt.)	€/a	8.516	5.411		74.813	40.764
Energiekosten (ohne Förd., mit USt.)	€/kWh	0,147	0,185		0,129	0,138
Förderbetrag pro Kilowattstunde	€/kWh	0,004	0,008		0,001	0,002
exkl. baulichen Investitionskosten						
jährl. Gesamtkosten (ohne USt.)	€/a	6.983	4.325		65.627	35.517
jährl. Gesamtkosten (mit USt.)	€/a	7.831	4.905		73.274	39.819
Energiekosten (ohne Förd., mit USt.)	€/kWh	0,135	0,168		0,126	0,135
Förderbetrag pro Kilowattstunde	€/kWh	0,004	0,008		0,001	0,002
				Eingabefeld für Rechnung		
				Nicht repräsentativ/unüblich in diesen Leistungsklasse		

Wirtschaftlichkeitsberechnung Hackgut 2014

Bezeichnung		EFH Typ E unsaniert	EFH Typ E saniert	MFH Typ E unsaniert	MFH Typ E saniert
Brennstoff		Hackgut	Hackgut	Hackgut	Hackgut
Kessel-Nennwärmeleistung	kW	32	19	329	199
a) Anlagen- und Betriebsdaten:					
Wärmebedarf Heizung ^a	kWh/a	52.625,5	23.988,4	523.929,0	237.004,0
Wärmebedarf Trinkwasser ^b	kWh/a	5.231,5	5.231,5	58.223,2	58.223,2
Gesamtnutzungsgrad		75%	75%	75%	75%
Fläche Solaranlage	m ²	0	0	0	0
Arbeitszeitbedarf für Reinigung und Betrieb	h/a	5,0	5,0	5,0	5,0
Kaminkehrungen pro Jahr		2	2	2	2
b) Investition					
Investition Gebäude	€	23.955	14.511	68.869	37.329
Investition Biomasseanlage	€	20.872	18.612	144.959	74.746
Investition Solaranlage	€	0	0	0	0
Investition Anlage (Biomasse & Solar)	€	20.872	18.612	144.959	74.746
Förderung Feuerung	€	1.400	1.400	9.884	5.980
Förderung Solar	€	0	0	0	0
c) kapitalgebundene Kosten					
Annuität Gebäude	€/a	861	522	2.475	1.342
Annuität Anlage	€/a	1.716	1.531	11.921	6.147
Annuität Förderung	€/a	115	115	813	492
Summe kapitalgeb. Kost. ohne Förd.	€/a	2.577	2.052	14.396	7.488
Summe kapitalgeb. Kost. nur Förd.	€/a	115	115	813	492
d) verbrauchsgebundene Kosten					
Spezifischer Solarertrag	kWh/m ² *a	0	0	0	0
solarer Wärmeertrag	kWh/a	0	0	0	0
fasve	%	0	0	0	0
Summe Brennstoffeinsatz	kWh/a	77.143	38.960	776.203	393.636
Jahresbrennstoffbedarf	t	24,4	12,3	245,6	124,5
angelegter Brennstoffpreis	€/t	91,01	91,01	91,01	91,01
Brennstoffkosten	€/a	2.221,22	1.121,80	22.349,77	11.334,25
angelegte Stromkosten Tagstrom	€/kWh	0,24	0,24	0,24	0,24
angelegte Stromkosten Nachtstrom	€/kWh	-	-	-	-
Strom bzw. Hilfsstromverbrauch ⁱ	€/a	354,07	178,82	3.562,62	1.806,72
Summe verbrauchsgeb. Kosten	€/a	2.575	1.301	25.912	13.141
e) betriebsgebundene Kosten					
Wartung/Instandsetzung (Gebäude) ^j	€/a	479,10	290,22	1.377	747
Wartung/Instandsetzung (Anlage) ^k	€/a	1.147,95	1.023,66	7.973	4.111
Reinigungs- und Betriebskosten	€/a	175,00	175,00	175,00	175,00
Emissionsmessung	€/a	59,66	59,66	59,66	59,66
Schornsteinfegerleistungen ^m	€/a	74	74	74	74
Summe betriebsgeb. Kosten	€/a	1.936	1.622	9.659	5.166
f) sonstige Kosten					
Versicherung ⁿ	€/a	52	47	362	187
inkl. baulichen Investitionen					
jährl. Gesamtkosten (ohne USt.)	€/a	7.140	5.022	50.329	25.982
jährl. Gesamtkosten (mit USt.)	€/a	8.230	5.841	57.210	29.559
Energiekosten (ohne Förd., mit USt.)	€/kWh	0,142	0,200	0,098	0,100
Förderbetrag pro Kilowattstunde	€/kWh	0,002	0,004	0,001	0,002
exkl. baulichen Investitionskosten					
jährl. Gesamtkosten (ohne USt.)	€/a	5.800	4.210	46.477	23.894
jährl. Gesamtkosten (mit USt.)	€/a	6.636	4.875	52.626	27.074
Energiekosten (ohne Förd., mit USt.)	€/kWh	0,115	0,167	0,090	0,092
Förderbetrag pro Kilowattstunde	€/kWh	0,002	0,004	0,001	0,002
			Eingabefeld für Rechnung		
			Nicht repräsentativ/unüblich in diesen Leistungsklasse		

Wirtschaftlichkeitsberechnung Scheitholz 2014

Bezeichnung		EFH Typ E unsaniert	EFH Typ E saniert	MFH Typ E unsaniert	MFH Typ E saniert
Brennstoff		Scheitholz	Scheitholz	Scheitholz	Scheitholz
Kessel-Nennwärmeleistung	kW	32	19	329	199
a) Anlagen- und Betriebsdaten:					
Wärmebedarf Heizung ^a	kWh/a	52625,5	23988,4	523929,0	237004,0
Wärmebedarf Trinkwasser ^b	kWh/a	5231,5	5231,5	58223,2	58223,2
Gesamtnutzungsgrad		78%	78%	78%	78%
Fläche Solaranlage	m ²	0	0	0	0
Arbeitszeitbedarf für Reinigung und Betrieb	h/a	9,0	9,0	9,0	9,0
Kaminkehrungen pro Jahr		2	2	2	2
b) Investition					
Investition Gebäude	€	5625	5625		
Investition Biomasseanlage	€	12585	9911		
Investition Solaranlage	€	0	0	0	0
Investition Anlage (Biomasse & Solar)	€	12585	9911	0	0
Förderung Feuerung	€	1400	1400	6589,0624	3986,4384
Förderung Solar	€	0	0	0	0
c) kapitalgebundene Kosten					
Annuität Gebäude	€/a	202	202	0	0
Annuität Anlage	€/a	1.035	815	0	0
Annuität Förderung	€/a	115	115	542	328
Summe kapitalgeb. Kost. ohne Förd.	€/a	1.237	1.017	0	0
Summe kapitalgeb. Kost. nur Förd.	€/a	115	115	542	328
d) verbrauchsgebundene Kosten					
Spezifischer Solarertrag	kWh/m ² *a	0	0	0	0
solarer Wärmeertrag	kWh/a	0	0	0	0
fasve	%	0	0	0	0
Summe Brennstoffeinsatz	kWh/a	74175,6	37461,4	746349,0	378496,4
Jahresbrennstoffbedarf	t	18,7	9,5	189	96
angelegter Brennstoffpreis	€/t	228,45	228,45	228,45	228,45
Brennstoffkosten	€/a	4.282	2.162	43.081	21.847
angelegte Stromkosten Tagstrom	€/kWh	0,24	0,24	0,24	0,24
angelegte Stromkosten Nachtstrom	€/kWh	-	-	-	-
Strom bzw. Hilfsstromverbrauch ⁱ	€/a	212	107	2.138	1.084
Summe verbrauchsgeb. Kosten	€/a	4.494	2.270	45.218	22.931
e) betriebsgebundene Kosten					
Wartung/Instandsetzung (Gebäude) ^j	€/a	113	113	0	0
Wartung/Instandsetzung (Anlage) ^k	€/a	692	545	0	0
Reinigungs- und Betriebskosten	€/a	315	315	315	315
Emissionsmessung	€/a	60	60	60	60
Schornsteinfegerleistungen ^m	€/a	74	74	74	74
Summe betriebsgeb. Kosten	€/a	1.253	1.106	448	448
f) sonstige Kosten					
Versicherung ⁿ	€/a	31	25	0	0
inkl. baulichen Investitionen					
jährl. Gesamtkosten (ohne USt.)	€/a	7.016	4.418	45.667	23.380
jährl. Gesamtkosten (mit USt.)	€/a	7.835	4.998	49.174	25.200
Energiekosten (ohne Förd., mit USt.)	€/kWh	0,135	0,171	0,084	0,085
Förderbetrag pro Kilowattstunde	€/kWh	0,002	0,004	0,001	0,001
exkl. baulichen Investitionskosten					
jährl. Gesamtkosten (ohne USt.)	€/a	6.701	4.103	45.667	23.380
jährl. Gesamtkosten (mit USt.)	€/a	7.460	4.623	49.174	25.200
Energiekosten (ohne Förd., mit USt.)	€/kWh	0,129	0,158	0,084	0,085
Förderbetrag pro Kilowattstunde	€/kWh	0,002	0,004	0,001	0,001
Eingabefeld für Rechnung					
Nicht repräsentativ/ungeeignet					

Wirtschaftlichkeitsberechnung Luft-Wasser-Wärmepumpen 2014

Bezeichnung		EFH Typ E unsaniert	EFH Typ E saniert	MFH Typ E unsaniert	MFH Typ E saniert
Brennstoff		LW WP	LW WP	LW WP	LW WP
Kessel-Nennwärmeleistung	kW	32	19	329	199
a) Anlagen- und Betriebsdaten:					
Wärmebedarf Heizung ^a	kWh/a	52625,5	23988,4	523929,0	237004,0
Wärmebedarf Trinkwasser ^b	kWh/a	5231,5	5231,5	58223,2	58223,2
Gesamtnutzungsgrad		98%	98%	98%	98%
Fläche Solaranlage	m ²	0	0	0	0
Arbeitszeitbedarf für Reinigung und Betrieb	h/a	0,5	0,5	0,5	0,5
Kaminkehrungen pro Jahr		0	0	0	0
b) Investition					
Gesamtinvestition Anlage		26175	21220	131781	79729
Förderung Wärmepumpe	€	1600	1300	0	0
Förderung Solar	€	0	0	0	0
c) kapitalgebundene Kosten					
Annuität Gebäude	€/a	0	0	0	0
Annuität Anlage	€/a	2.153	1.745	10.837	6.557
Annuität Förderung	€/a	132	107	0	0
Summe kapitalgeb. Kost. ohne Förd.	€/a	2.153	1.745	10.837	6.557
Summe kapitalgeb. Kost. nur Förd.	€/a	132	107	0	0
d) verbrauchsgebundene Kosten					
solarer Wärmeertrag	kWh/a	0	0	0	0
Summe Wärmebedarf	kWh/a	59038	29816	594033	301252
Jahresarbeitszahl	-	2,6	2,6	2,6	2,6
angelegte Stromkosten WP-Tarif	€/kWh	0,17	0,17	0,17	0,17
Stromkosten WP	€/a	3.893	2.002	38.519	19.570
Strom bzw. Hilfsstromverbrauch ⁱ	€/a	142	72	1.425	723
Summe verbrauchsgeb. Kosten	€/a	4.035	2.073	39.945	20.292
e) betriebsgebundene Kosten					
Wartung/Instandsetzung (Gebäude) ^j	€/a	0	0	0	0
Wartung/Instandsetzung (Anlage) ^k	€/a	654	531	3.295	1.993
Reinigungs- und Betriebskosten	€/a	18	18	18	18
Emissionsmessung	€/a	0	0	0	0
Schornsteinfegerleistungen ^m	€/a	0	0	0	0
Summe betriebsgeb. Kosten	€/a	672	548	3.312	2.011
f) sonstige Kosten					
Versicherung ⁿ	€/a	65	53	329	199
inkl. baulichen Investitionen					
jährl. Gesamtkosten (ohne USt.)	€/a	6.924	4.419	54.423	29.059
jährl. Gesamtkosten (mit USt.)	€/a	8.240	5.259	64.764	34.580
Energiekosten (ohne Förd., mit USt.)	€/kWh	0,142	0,180	0,111	0,117
Förderbetrag pro Kilowattstunde	€/kWh	0,002	0,004	0,000	0,000
exkl. baulichen Investitionskosten					
jährl. Gesamtkosten (ohne USt.)	€/a	6.924	4.419	54.423	29.059
jährl. Gesamtkosten (mit USt.)	€/a	8.240	5.259	64.764	34.580
Energiekosten (ohne Förd., mit USt.)	€/kWh	0,142	0,180	0,111	0,117
Förderbetrag pro Kilowattstunde	€/kWh	0,002	0,004	0,000	0,000
			Eingabefeld für Rechnung		
			Nicht repräsentativ		

Wirtschaftlichkeitsberechnung Sole-Wasser-Wärmepumpen 2014

Bezeichnung		EFH Typ E unsaniert	EFH Typ E saniert		MFH Typ E unsaniert	MFH Typ E saniert
Brennstoff		SW WP	SW WP		SW WP	SW WP
Kessel-Nennwärmeleistung	kW	32	19		329	199
a) Anlagen- und Betriebsdaten:						
Wärmebedarf Heizung ^a	kWh/a	52625,5	23988,4		523929,0	237004,0
Wärmebedarf Trinkwasser ^b	kWh/a	5231,5	5231,5		58223,2	58223,2
Gesamtnutzungsgrad		98%	98%		98%	98%
Fläche Solaranlage	m ²					
Arbeitszeitbedarf für Reinigung und Betrieb	h/a	0,5	0,5		0,5	0,5
Kaminkehrungen pro Jahr		0	0		0	0
b) Investition						
Investition Anlage		42598	31143		263562	159458
Förderung Wärmepumpe	€	5000	3880		26356	15946
Förderung Solar	€	0	0		0	0
c) kapitalgebundene Kosten						
Annuität Gebäude	€/a	0	0		0	0
Annuität Anlage	€/a	3.503	2.561		21.675	13.113
Annuität Förderung	€/a	411	319		2.167	1.311
Summe kapitalgeb. Kost. ohne Förd.	€/a	3.503	2.561		21.675	13.113
Summe kapitalgeb. Kost. nur Förd.	€/a	411	319		2.167	1.311
d) verbrauchsgebundene Kosten						
solarer Wärmeertrag	kWh/a	0	0		0	0
Summe Wärmebedarf	kWh/a	59038	29816		594033	301252
Jahresarbeitszahl	-	3,3	3,3		3,3	3,3
angelegte Stromkosten WP-Tarif	€/kWh	0,17	0,17		0,17	0,17
Stromkosten WP	€/a	3.082	1.592		30.364	15.434
Strom bzw. Hilfsstromverbrauch ⁱ	€/a	142	72		1.425	723
Summe verbrauchsgeb. Kosten	€/a	3.224	1.664		31.789	16.157
e) betriebsgebundene Kosten						
Wartung/Instandsetzung (Gebäude) ^j	€/a	0	0		0	0
Wartung/Instandsetzung (Anlage) ^k	€/a	1.065	779		6.589	3.986
Reinigungs- und Betriebskosten	€/a	18	18		18	18
Emissionsmessung	€/a	0	0		0	0
Schornsteinfegerleistungen ^m	€/a	0	0		0	0
Summe betriebsgeb. Kosten	€/a	1.082	796		6.607	4.004
f) sonstige Kosten						
Versicherung ⁿ	€/a	106	78		659	399
inkl. baulichen Investitionen						
jährl. Gesamtkosten (ohne USt.)	€/a	7.916	5.099		60.729	33.672
jährl. Gesamtkosten (mit USt.)	€/a	9.420	6.068		72.267	40.070
Energiekosten (ohne Förd., mit USt.)	€/kWh	0,163	0,208		0,124	0,136
Förderbetrag pro Kilowattstunde	€/kWh	0,007	0,011		0,004	0,004
exkl. baulichen Investitionskosten						
jährl. Gesamtkosten (ohne USt.)	€/a	7.916	5.099		60.729	33.672
jährl. Gesamtkosten (mit USt.)	€/a	9.420	6.068		72.267	40.070
Energiekosten (ohne Förd., mit USt.)	€/kWh	0,163	0,208		0,124	0,136
Förderbetrag pro Kilowattstunde	€/kWh	0,007	0,011		0,004	0,004
			Eingabefeld für Rechnung			
			Nicht repräsentativ			

Wirtschaftlichkeitsberechnung Wasser-Wasser-Wärmepumpen 2014

Bezeichnung		EFH Typ E unsaniert	EFH Typ E saniert	MFH Typ E unsaniert	MFH Typ E saniert
Brennstoff		WW WP	WW WP	WW WP	WW WP
Kessel-Nennwärmeleistung	kW	32	19	329	199
a) Anlagen- und Betriebsdaten:					
Wärmebedarf Heizung ^a	kWh/a	52625,5	23988,4	523929,0	237004,0
Wärmebedarf Trinkwasser ^b	kWh/a	5231,5	5231,5	58223,2	58223,2
Gesamtnutzungsgrad		98%	98%	98%	98%
Fläche Solaranlage	m ²				
Arbeitszeitbedarf für Reinigung und Betrieb	h/a	0,5	0,5	0,5	0,5
Kaminkehrungen pro Jahr		0	0	0	0
b) Investition					
Investition Anlage		29127	23280	263562	159458
Förderung Wärmepumpe	€	5000	3880	0	0
Förderung Solar	€	0	0	0	0
c) kapitalgebundene Kosten					
Annuität Gebäude	€/a	0	0	0	0
Annuität Anlage	€/a	2.395	1.914	21.675	13.113
Annuität Förderung	€/a	411	319	0	0
Summe kapitalgeb. Kost. ohne Förd.	€/a	2.395	1.914	21.675	13.113
Summe kapitalgeb. Kost. nur Förd.	€/a	411	319	0	0
d) verbrauchsgebundene Kosten					
solarer Wärmeertrag	kWh/a	0	0	0	0
Summe Wärmebedarf	kWh/a	59038	29816	594033	301252
Jahresarbeitszahl	-	3,3	3,3	3,3	3,3
angelegte Stromkosten WP-Tarif	€/kWh	0,17	0,17	0,17	0,17
Stromkosten WP	€/a	3.082	1.592	30.364	15.434
Strom bzw. Hilfsstromverbrauch ⁱ	€/a	142	72	1.425	723
Summe verbrauchsgeb. Kosten	€/a	3.224	1.664	31.789	16.157
e) betriebsgebundene Kosten					
Wartung/Instandsetzung (Gebäude) ^j	€/a	0	0	0	0
Wartung/Instandsetzung (Anlage) ^k	€/a	728	582	6.589	3.986
Reinigungs- und Betriebskosten	€/a	18	18	18	18
Emissionsmessung	€/a	0	0	0	0
Schornsteinfegerleistungen ^m	€/a	0	0	0	0
Summe betriebsgeb. Kosten	€/a	746	599	6.607	4.004
f) sonstige Kosten					
Versicherung ⁿ	€/a	73	58	659	399
inkl. baulichen Investitionen					
jährl. Gesamtkosten (ohne USt.)	€/a	6.438	4.236	60.729	33.672
jährl. Gesamtkosten (mit USt.)	€/a	7.661	5.041	72.267	40.070
Energiekosten (ohne Förd., mit USt.)	€/kWh	0,132	0,173	0,124	0,136
Förderbetrag pro Kilowattstunde	€/kWh	0,007	0,011	0,000	0,000
exkl. baulichen Investitionskosten					
jährl. Gesamtkosten (ohne USt.)	€/a	6.438	4.236	60.729	33.672
jährl. Gesamtkosten (mit USt.)	€/a	7.661	5.041	72.267	40.070
Energiekosten (ohne Förd., mit USt.)	€/kWh	0,132	0,173	0,124	0,136
Förderbetrag pro Kilowattstunde	€/kWh	0,007	0,011	0,000	0,000
			Eingabefeld für Rechnung		
			Nicht repräsentativ		

Wirtschaftlichkeitsberechnung Flachkollektor Raumwärme 2014

Bezeichnung		EFH Typ E unsaniert	EFH Typ E saniert		MFH Typ E unsaniert	MFH Typ E saniert
Brennstoff		Solar RW Gas	Solar RW Gas		Solar RW Gas	Solar RW Gas
Kessel-Nennwärmeleistung	kW	32	19		329	199
a) Anlagen- und Betriebsdaten:						
Wärmebedarf Heizung ^a	kWh/a	52625,5	23988,4		523929,0	237004,0
Wärmebedarf Trinkwasser ^b	kWh/a	5231,5	5231,5		58223,2	58223,2
Gesamtnutzungsgrad		88%	88%		88%	88%
Fläche Solaranlage	m ²	14	14		70	70
Arbeitszeitbedarf für Reinigung und Betrieb	h/a	0,5	0,5		0,5	0,5
Kaminkehrungen pro Jahr		2	2		2	2
b) Investition						
Investition Gebäude		2250	2250		2250	2250
Investition Gas-Brennwertanlage		3791	2683		18654	13262
Peripherie Gas-Brennwertanlage		2701	1881		14290	10002
Anschluß Gas		2025	2025		2025	2025
Montage Gaskessel		1664	1603		1975	1904
Investition Solaranlage		10388	10388		41650	41650
Investition Anlage		20569	18580		78594	68842
Förderung Feuerung	€	0	0		0	0
Förderung Solar	€	1.500	1.500		12.495	12.495
c) kapitalgebundene Kosten						
Annuität Gebäude	€/a	81	81		81	81
Annuität Anlage	€/a	1.692	1.528		6.463	5.661
Annuität Förderung	€/a	123	123		1.028	1.028
Summe kapitalgeb. Kost. ohne Förd.	€/a	1.772	1.609		6.544	5.742
Summe kapitalgeb. Kost. nur Förd.	€/a	123	123		1.028	1.028
d) verbrauchsgebundene Kosten						
Spezifischer Solarertrag	kWh/m ² *a	250	250		300	300
solarer Wärmeertrag	kWh/a	3.500	3.500		21.000	21.000
Fsave	%	6%	12%		4%	7%
Summe Brennstoffeinsatz	kWh/a	61769,3	29227,1		637673,0	311621,8
Jahresbrennstoffbedarf	m ³	5962	2821		61544	30076
angelegter Brennstoffpreis	€/kWh	0,05	0,05		0,05	0,05
Brennstoffkosten	€/a	3.384	1.601		34.938	17.074
angelegte Stromkosten Tagstrom	€/kWh	0,24	0,24		0,24	0,24
angelegte Stromkosten Nachtstrom	€/kWh	-	-		-	-
Strom bzw. Hilfsstromverbrauch ⁱ	€/a	133	63		1.374	671
Summe verbrauchsgeb. Kosten	€/a	3.517	1.664		36.312	17.745
e) betriebsgebundene Kosten						
Wartung/Instandsetzung (Gebäude) ^j	€/a	45	45		45	45
Wartung/Instandsetzung (Anlage) ^k	€/a	411	372		1.572	1.377
Reinigungs- und Betriebskosten	€/a	18	18		18	18
Emissionsmessung	€/a	33	33		33	33
Schornsteinfegerleistungen ^m	€/a	47	47		47	47
Summe betriebsgeb. Kosten	€/a	554	514		1.714	1.519
f) sonstige Kosten						
Versicherung ⁿ	€/a	51	46		196	172
inkl. baulichen Investitionen						
jährl. Gesamtkosten (ohne USt.)	€/a	5.895	3.834		44.767	25.179
jährl. Gesamtkosten (mit USt.)	€/a	7.015	4.562		53.272	29.963
Energiekosten (ohne Förd., mit USt.)	€/kWh	0,121	0,156		0,092	0,101
Förderbetrag pro Kilowattstunde	€/kWh	0,002	0,004		0,002	0,003
exkl. baulichen Investitionskosten						
jährl. Gesamtkosten (ohne USt.)	€/a	5.769	3.708		44.641	25.053
jährl. Gesamtkosten (mit USt.)	€/a	6.865	4.412		53.123	29.813
Energiekosten (ohne Förd., mit USt.)	€/kWh	0,119	0,151		0,091	0,101
Förderbetrag pro Kilowattstunde	€/kWh	0,002	0,004		0,002	0,003
			Eingabefeld für Rechnung			
			Nicht repräsentativ			

Wirtschaftlichkeitsberechnung Vakuumröhrenkollektor Raumwärme 2014

Bezeichnung		EFH Typ E unsaniert	EFH Typ E saniert		MFH Typ E unsaniert	MFH Typ E saniert
Brennstoff		Solar RW Gas	Solar RW Gas		Solar RW Gas	Solar RW Gas
Kessel-Nennwärmeleistung	kW	32	19		329	199
a) Anlagen- und Betriebsdaten:						
Wärmebedarf Heizung ^a	kWh/a	52625,5	23988,4		523929,0	237004,0
Wärmebedarf Trinkwasser ^b	kWh/a	5231,5	5231,5		58223,2	58223,2
Gesamtnutzungsgrad		88%	88%		88%	88%
Fläche Solaranlage	m ²	12	12		55	55
Arbeitszeitbedarf für Reinigung und Betrieb	h/a	0,5	0,5		0,5	0,5
Kaminkehrungen pro Jahr		2	2		2	2
b) Investition						
Investition Gebäude		2250	2250		2250	2250
Investition Gas-Brennwertanlage		3791	2683		18654	13262
Peripherie Gas-Brennwertanlage		2701	1881		14290	10002
Anschluß Gas		2025	2025		2025	2025
Montage Gaskessel		1664	1603		1975	1904
Investition Solaranlage		11040	11040		31735	31735
Investition Anlage		21221	19232		68679	58927
Förderung Feuerung	€	0	0		0	0
Förderung Solar	€	1.500	1.500		9.521	9.521
c) kapitalgebundene Kosten						
Annuität Gebäude	€/a	81	81		81	81
Annuität Anlage	€/a	1.745	1.582		5.648	4.846
Annuität Förderung	€/a	123	123		783	783
Summe kapitalgeb. Kost. ohne Förd.	€/a	1.826	1.662		5.729	4.927
Summe kapitalgeb. Kost. nur Förd.	€/a	123	123		783	783
d) verbrauchsgebundene Kosten						
Spezifischer Solarertrag	kWh/m ² *a	313	313		375	375
solarer Wärmeertrag	kWh/a	3.750	3.750		20.625	20.625
fsave	%	6%	13%		4%	7%
Summe Brennstoffeinsatz	kWh/a	61485,2	28943,0		638099,1	312048,0
Jahresbrennstoffbedarf	m ³	5934	2793		61585	30117
angelegter Brennstoffpreis	€/kWh	0,05	0,05		0,05	0,05
Brennstoffkosten	€/a	3.369	1.586		34.961	17.097
angelegte Stromkosten Tagstrom	€/kWh	0,24	0,24		0,24	0,24
angelegte Stromkosten Nachtstrom	€/kWh	-	-		-	-
Strom bzw. Hilfsstromverbrauch ⁱ	€/a	132	62		1.375	672
Summe verbrauchsggeb. Kosten	€/a	3.501	1.648		36.336	17.769
e) betriebsgebundene Kosten						
Wartung/Instandsetzung (Gebäude) ^j	€/a	45	45		45	45
Wartung/Instandsetzung (Anlage) ^k	€/a	424	385		1.374	1.179
Reinigungs- und Betriebskosten	€/a	18	18		18	18
Emissionsmessung	€/a	33	33		33	33
Schornsteinfegerleistungen ^m	€/a	47	47		47	47
Summe betriebsgeb. Kosten	€/a	567	527		1.516	1.321
f) sonstige Kosten						
Versicherung ⁿ	€/a	53	48		172	147
inkl. baulichen Investitionen						
jährl. Gesamtkosten (ohne USt.)	€/a	5.947	3.886		43.752	24.164
jährl. Gesamtkosten (mit USt.)	€/a	7.077	4.624		52.065	28.756
Energiekosten (ohne Förd., mit USt.)	€/kWh	0,122	0,158		0,089	0,097
Förderbetrag pro Kilowattstunde	€/kWh	0,002	0,004		0,001	0,003
exkl. baulichen Investitionskosten						
jährl. Gesamtkosten (ohne USt.)	€/a	5.821	3.760		43.627	24.039
jährl. Gesamtkosten (mit USt.)	€/a	6.927	4.474		51.916	28.606
Energiekosten (ohne Förd., mit USt.)	€/kWh	0,120	0,153		0,089	0,097
Förderbetrag pro Kilowattstunde	€/kWh	0,002	0,004		0,001	0,003
			Eingabefeld für Rechnung			
			Nicht repräsentativ			

3.5 Rechnungsblätter für das Jahr 2013

Wirtschaftlichkeitsberechnung Gas Brennwert 2013

Bezeichnung		EFH Typ E unsaniert	EFH Typ E saniert		MFH Typ E unsaniert	MFH Typ E saniert
Brennstoff		Gas	Gas		Gas	Gas
Kessel-Nennwärmeleistung	kW	32	19		329	199
a) Anlagen- und Betriebsdaten:						
Wärmebedarf Heizung ^a	kWh/a	52625,5	23988,4		523929,0	237004,0
Wärmebedarf Trinkwasser ^b	kWh/a	5231,5	5231,5		58223,2	58223,2
Gesamtnutzungsgrad		88%	88%		88%	88%
Arbeitszeitbedarf für Reinigung und Betrieb	h/a	0,5	0,5		0,5	0,5
Kaminkehrungen pro Jahr		2	2		2	2
b) Investition						
Investition Gebäude		2250	2250		2250	2250
Investition Gas-Brennwertanlage		3791	2683		18654	13262
Peripherie Gas-Brennwertanlage		2701	1881		14290	10002
Anschluß Gas		2025	2025		2025	2025
Montage Gaskessel		1664	1603		1975	1904
Investition Anlage	€	10181	8192		36944	27192
Förderung Feuerung	€	0	0		0	0
Förderung Solar	€	0	0		0	0
c) kapitalgebundene Kosten						
Annuität Gebäude	€/a	81	81		81	81
Annuität Anlage	€/a	837	674		3.038	2.236
Annuität Förderung	€/a	0	0		0	0
Summe kapitalgeb. Kost. ohne Förd.	€/a	918	755		3.119	2.317
Summe kapitalgeb. Kost. nur Förd.	€/a	0	0		0	0
d) verbrauchsgebundene Kosten						
Summe Brennstoffeinsatz	kWh/a	65746,6	33204,4		661536,6	335485,5
Jahresbrennstoffbedarf	m3	6345	3205		63847	32379
angelegter Brennstoffpreis	€/kWh	0,06	0,06		0,06	0,06
Brennstoffkosten	€/a	3.773	1.966	0	36.948	18.837
angelegte Stromkosten Tagstrom	€/kWh	0,23	0,23		0,23	0,23
angelegte Stromkosten Nachtstrom	€/kWh	-	-		-	-
Strom bzw. Hilfsstromverbrauch ⁱ	€/a	133	67		1.340	680
Summe verbrauchsgeb. Kosten	€/a	3.907	2.033		38.289	19.517
e) betriebsgebundene Kosten						
Wartung/Instandsetzung (Gebäude) ^j	€/a	45	45		45	45
Wartung/Instandsetzung (Anlage) ^k	€/a	407	328		1.478	1.088
Reinigungs- und Betriebskosten	€/a	18	18		18	18
Emissionsmessung	€/a	33	33		33	33
Schornsteinfegerleistungen ^m	€/a	47	47		47	47
Summe betriebsgeb. Kosten	€/a	550	470		1.620	1.230
f) sonstige Kosten						
Versicherung ⁿ	€/a	25	20		92	68
inkl. baulichen Investitionen						
jährl. Gesamtkosten (ohne USt.)	€/a	5.400	3.278		43.120	23.132
jährl. Gesamtkosten (mit USt.)	€/a	6.426	3.901		51.313	27.527
Energiekosten (ohne Förd., mit USt.)	€/kWh	0,111	0,134		0,088	0,093
Förderbetrag pro Kilowattstunde	€/kWh	0,000	0,000		0,000	0,000
exkl. baulichen Investitionskosten						
jährl. Gesamtkosten (ohne USt.)	€/a	5.274	3.152		42.994	23.006
jährl. Gesamtkosten (mit USt.)	€/a	6.276	3.152		42.994	23.006
Energiekosten (ohne Förd., mit USt.)	€/kWh	0,108	0,108		0,074	0,078
Förderbetrag pro Kilowattstunde	€/kWh	0,000	0,000		0,000	0,000
			Eingabefeld für Rechnung			
			Nicht repräsentativ			

Wirtschaftlichkeitsberechnung Pelletkessel 2013

Bezeichnung		EFH Typ E unsaniert	EFH Typ E saniert		MFH Typ E unsaniert	MFH Typ E saniert
Brennstoff		Pellet	Pellet		Pellet	Pellet
Kessel-Nennwärmeleistung	kW	32	19		329	199
a) Anlagen- und Betriebsdaten:						
Wärmebedarf Heizung ^a	kWh/a	52625,5	23988,4		523929,0	237004,0
Wärmebedarf Trinkwasser ^b	kWh/a	5231,5	5231,5		58223,2	58223,2
Gesamtnutzungsgrad		78%	78%		78%	78%
Fläche Solaranlage	m ²	0	0		0	0
Arbeitszeitbedarf für Reinigung und Betrieb	h/a	3,0	3,0		3,0	3,0
Kaminkehrungen pro Jahr		2	2		2	2
b) Investition						
Investition Gebäude	€	10297	7614		23127	14196
Investition Biomasseanlage	€	13506	13376		154843	93681
Investition Solaranlage	€	0	0		0	0
Investition Anlage (Biomasse & Solar)	€	13506	13376		154843	93681
Förderung Feuerung	€	2900	2900		9.884	5.980
Förderung Solar	€	0	0		0	0
c) kapitalgebundene Kosten						
Annuität Gebäude	€/a	370	274	0	831	510
Annuität Anlage	€/a	1.111	1.100	0	12.734	7.704
Annuität Förderung	€/a	238	238		813	492
Summe kapitalgeb. Kost. ohne Förd.	€/a	1.481	1.374		13.565	8.214
Summe kapitalgeb. Kost. nur Förd.	€/a	238	238		813	492
d) verbrauchsgebundene Kosten						
Spezifischer Solareertrag	kWh/m ² *a	0	0		0	0
solarer Wärmeertrag	kWh/a	0	0		0	0
fasve	%	0	0		0	0
Summe Brennstoffeinsatz	kWh/a	74.175,60	37461,4		746349,0	378496,4
Jahresbrennstoffbedarf	t	16,01	8,09		161,12	81,71
angelegter Brennstoffpreis	€/t	256,67	256,67		256,67	256,67
Brennstoffkosten	€/a	4.110,12	2.076		41.356	20.973
angelegte Stromkosten Tagstrom	€/kWh	0,23	0,23		0,23	0,23
angelegte Stromkosten Nachtstrom	€/kWh	-	-		-	-
Strom bzw. Hilfsstromverbrauch ⁱ	€/a	333,04	168		3.351	1.699
Summe verbrauchsgeb. Kosten	€/a	4.443	2.244		44.707	22.672
e) betriebsgebundene Kosten						
Wartung/Instandsetzung (Gebäude) ^j	€/a	205,95	152		463	284
Wartung/Instandsetzung (Anlage) ^k	€/a	742,84	736		8.516	5.152
Reinigungs- und Betriebskosten	€/a	105,00	105		105	105
Emissionsmessung	€/a	59,66	59,66		59,66	59,66
Schornsteinfegerleistungen ^m	€/a	74	74		74	74
Summe betriebsgeb. Kosten	€/a	1.187	1.126		9.217	5.675
f) sonstige Kosten						
Versicherung ⁿ	€/a	34	33		387	234
inkl. baulichen Investitionen						
jährl. Gesamtkosten (ohne USt.)	€/a	7.145	4.777		67.876	36.795
jährl. Gesamtkosten (mit USt.)	€/a	8.009	5.436		75.810	41.270
Energiekosten (ohne Förd., mit USt.)	€/kWh	0,138	0,186		0,130	0,140
Förderbetrag pro Kilowattstunde	€/kWh	0,004	0,008		0,001	0,002
exkl. baulichen Investitionskosten						
jährl. Gesamtkosten (ohne USt.)	€/a	6.569	4.352		66.582	36.001
jährl. Gesamtkosten (mit USt.)	€/a	7.324	4.929		74.270	40.325
Energiekosten (ohne Förd., mit USt.)	€/kWh	0,127	0,169		0,128	0,137
Förderbetrag pro Kilowattstunde	€/kWh	0,004	0,008		0,001	0,002
			Eingabefeld für Rechnung			
			Nicht repräsentativ/unüblich in diesen Leistungsklassen			

Wirtschaftlichkeitsberechnung Hackgut 2013

Bezeichnung		EFH Typ E unsaniert	EFH Typ E saniert	MFH Typ E unsaniert	MFH Typ E saniert
Brennstoff		Hackgut	Hackgut	Hackgut	Hackgut
Kessel-Nennwärmeleistung	kW	32	19	329	199
a) Anlagen- und Betriebsdaten:					
Wärmebedarf Heizung ^a	kWh/a	52.625,5	23.988,4	523.929,0	237.004,0
Wärmebedarf Trinkwasser ^b	kWh/a	5.231,5	5.231,5	58.223,2	58.223,2
Gesamtnutzungsgrad		75%	75%	75%	75%
Fläche Solaranlage	m ²	0	0	0	0
Arbeitszeitbedarf für Reinigung und Betrieb	h/a	5,0	5,0	5,0	5,0
Kaminkehrungen pro Jahr		2	2	2	2
b) Investition					
Investition Gebäude	€	23.955	14.511	68.869	37.329
Investition Biomasseanlage	€	20.872	18.612	144.959	74.746
Investition Solaranlage	€	0	0	0	0
Investition Anlage (Biomasse & Solar)	€	20.872	18.612	144.959	74.746
Förderung Feuerung	€	1.400	1.400	9.884	5.980
Förderung Solar	€	0	0	0	0
c) kapitalgebundene Kosten					
Annuität Gebäude	€/a	861	522	2.475	1.342
Annuität Anlage	€/a	1.716	1.531	11.921	6.147
Annuität Förderung	€/a	115	115	813	492
Summe kapitalgeb. Kost. ohne Förd.	€/a	2.577	2.052	14.396	7.488
Summe kapitalgeb. Kost. nur Förd.	€/a	115	115	813	492
d) verbrauchsgebundene Kosten					
Spezifischer Solarertrag	kWh/m ² *a	0	0	0	0
solarer Wärmeertrag	kWh/a	0	0	0	0
fasve	%	0	0	0	0
Summe Brennstoffeinsatz	kWh/a	77.143	38.960	776.203	393.636
Jahresbrennstoffbedarf	t	24,4	12,3	245,6	124,5
angelegter Brennstoffpreis	€/t	89,53	89,53	89,53	89,53
Brennstoffkosten	€/a	2.185,18	1.103,60	21.987,14	11.150,35
angelegte Stromkosten Tagstrom	€/kWh	0,23	0,23	0,23	0,23
angelegte Stromkosten Nachtstrom	€/kWh	-	-	-	-
Strom bzw. Hilfsstromverbrauch ⁱ	€/a	333,04	168,20	3.351,04	1.699,42
Summe verbrauchsgeb. Kosten	€/a	2.518	1.272	25.338	12.850
e) betriebsgebundene Kosten					
Wartung/Instandsetzung (Gebäude) ^j	€/a	479,10	290,22	1.377	747
Wartung/Instandsetzung (Anlage) ^k	€/a	1.147,95	1.023,66	7.973	4.111
Reinigungs- und Betriebskosten	€/a	175,00	175,00	175,00	175,00
Emissionsmessung	€/a	59,66	59,66	59,66	59,66
Schornsteinfegerleistungen ^m	€/a	74	74	74	74
Summe betriebsgeb. Kosten	€/a	1.936	1.622	9.659	5.166
f) sonstige Kosten					
Versicherung ⁿ	€/a	52	47	362	187
inkl. baulichen Investitionen					
jährl. Gesamtkosten (ohne USt.)	€/a	7.083	4.993	49.755	25.691
jährl. Gesamtkosten (mit USt.)	€/a	8.167	5.809	56.570	29.234
Energiekosten (ohne Förd., mit USt.)	€/kWh	0,141	0,199	0,097	0,099
Förderbetrag pro Kilowattstunde	€/kWh	0,002	0,004	0,001	0,002
exkl. baulichen Investitionskosten					
jährl. Gesamtkosten (ohne USt.)	€/a	5.743	4.181	45.903	23.603
jährl. Gesamtkosten (mit USt.)	€/a	6.572	4.843	51.986	26.749
Energiekosten (ohne Förd., mit USt.)	€/kWh	0,114	0,166	0,089	0,091
Förderbetrag pro Kilowattstunde	€/kWh	0,002	0,004	0,001	0,002
Eingabefeld für Rechnung					
Nicht repräsentativ/unüblich in diesen Leistungsklassen					

Wirtschaftlichkeitsberechnung Scheitholz 2013

Bezeichnung		EFH Typ E unsaniert	EFH Typ E saniert	MFH Typ E unsaniert	MFH Typ E saniert
Brennstoff		Scheitholz	Scheitholz	Scheitholz	Scheitholz
Kessel-Nennwärmeleistung	kW	32	19	329	199
a) Anlagen- und Betriebsdaten:					
Wärmebedarf Heizung ^a	kWh/a	52625,5	23988,4	523929,0	237004,0
Wärmebedarf Trinkwasser ^b	kWh/a	5231,5	5231,5	58223,2	58223,2
Gesamtnutzungsgrad		78%	78%	78%	78%
Fläche Solaranlage	m ²	0	0	0	0
Arbeitszeitbedarf für Reinigung und Betrieb	h/a	9,0	9,0	9,0	9,0
Kaminkehrungen pro Jahr		2	2	2	2
b) Investition					
Investition Gebäude	€	5625	5625		
Investition Biomasseanlage	€	13037	9712		
Investition Solaranlage	€	0	0	0	0
Investition Anlage (Biomasse & Solar)	€	13037	9712	0	0
Förderung Feuerung	€	1400	1400	6589,0624	3986,4384
Förderung Solar	€	0	0	0	0
c) kapitalgebundene Kosten					
Annuität Gebäude	€/a	202	202	0	0
Annuität Anlage	€/a	1.072	799	0	0
Annuität Förderung	€/a	115	115	542	328
Summe kapitalgeb. Kost. ohne Förd.	€/a	1.274	1.001	0	0
Summe kapitalgeb. Kost. nur Förd.	€/a	115	115	542	328
d) verbrauchsgebundene Kosten					
Spezifischer Solarertrag	kWh/m ² *a	0	0	0	0
solarer Wärmeertrag	kWh/a	0	0	0	0
fasve	%	0	0	0	0
Summe Brennstoffeinsatz	kWh/a	74175,6	37461,4	746349,0	378496,4
Jahresbrennstoffbedarf	t	18,7	9,5	189	96
angelegter Brennstoffpreis	€/t	225,55	225,55	225,55	225,55
Brennstoffkosten	€/a	4.227	2.135	42.535	21.571
angelegte Stromkosten Tagstrom	€/kWh	0,23	0,23	0,23	0,23
angelegte Stromkosten Nachtstrom	€/kWh	-	-	-	-
Strom bzw. Hilfsstromverbrauch ⁱ	€/a	200	101	2.011	1.020
Summe verbrauchsgeb. Kosten	€/a	4.427	2.236	44.546	22.591
e) betriebsgebundene Kosten					
Wartung/Instandsetzung (Gebäude) ^j	€/a	113	113	0	0
Wartung/Instandsetzung (Anlage) ^k	€/a	717	534	0	0
Reinigungs- und Betriebskosten	€/a	315	315	315	315
Emissionsmessung	€/a	60	60	60	60
Schornsteinfegerleistungen ^m	€/a	74	74	74	74
Summe betriebsgeb. Kosten	€/a	1.278	1.095	448	448
f) sonstige Kosten					
Versicherung ⁿ	€/a	33	24	0	0
inkl. baulichen Investitionen					
jährl. Gesamtkosten (ohne USt.)	€/a	7.012	4.356	44.994	23.039
jährl. Gesamtkosten (mit USt.)	€/a	7.837	4.928	48.439	24.828
Energiekosten (ohne Förd., mit USt.)	€/kWh	0,135	0,169	0,083	0,084
Förderbetrag pro Kilowattstunde	€/kWh	0,002	0,004	0,001	0,001
exkl. baulichen Investitionskosten					
jährl. Gesamtkosten (ohne USt.)	€/a	6.697	4.042	44.994	23.039
jährl. Gesamtkosten (mit USt.)	€/a	7.463	4.553	48.439	24.828
Energiekosten (ohne Förd., mit USt.)	€/kWh	0,129	0,156	0,083	0,084
Förderbetrag pro Kilowattstunde	€/kWh	0,002	0,004	0,001	0,001
			Eingabefeld für Rechnung		
			Nicht repräsentativ/ungeeignet		

Wirtschaftlichkeitsberechnung Luft-Wasser-Wärmepumpen 2013

Bezeichnung		EFH Typ E unsaniert	EFH Typ E saniert		MFH Typ E unsaniert	MFH Typ E saniert
Brennstoff		LW WP	LW WP		LW WP	LW WP
Kessel-Nennwärmeleistung	kW	32	19		329	199
a) Anlagen- und Betriebsdaten:						
Wärmebedarf Heizung ^a	kWh/a	52625,5	23988,4		523929,0	237004,0
Wärmebedarf Trinkwasser ^b	kWh/a	5231,5	5231,5		58223,2	58223,2
Gesamtnutzungsgrad		98%	98%		98%	98%
Fläche Solaranlage	m ²	0	0		0	0
Arbeitszeitbedarf für Reinigung und Betrieb	h/a	0,5	0,5		0,5	0,5
Kaminkehrungen pro Jahr		0	0		0	0
b) Investition						
Gesamtinvestition Anlage		29449	22198		131781	81951
Förderung Wärmepumpe	€	1600	1300		0	0
Förderung Solar	€	0	0		0	0
c) kapitalgebundene Kosten						
Annuität Gebäude	€/a	0	0		0	0
Annuität Anlage	€/a	2.422	1.825		10.837	6.739
Annuität Förderung	€/a	132	107		0	0
Summe kapitalgeb. Kost. ohne Förd.	€/a	2.422	1.825		10.837	6.739
Summe kapitalgeb. Kost. nur Förd.	€/a	132	107		0	0
d) verbrauchsgebundene Kosten						
solarer Wärmeertrag	kWh/a	0	0		0	0
Summe Wärmebedarf	kWh/a	59038	29816		594033	301252
Jahresarbeitszahl	-	2,6	2,6		2,6	2,6
angelegte Stromkosten WP-Tarif	€/kWh	0,18	0,18		0,18	0,18
Stromkosten WP	€/a	4.267	2.189		42.308	21.490
Strom bzw. Hilfsstromverbrauch ⁱ	€/a	133	67		1.340	680
Summe verbrauchsgeb. Kosten	€/a	4.400	2.256		43.648	22.170
e) betriebsgebundene Kosten						
Wartung/Instandsetzung (Gebäude) ^j	€/a	0	0		0	0
Wartung/Instandsetzung (Anlage) ^k	€/a	736	555		3.295	2.049
Reinigungs- und Betriebskosten	€/a	18	18		18	18
Emissionsmessung	€/a	0	0		0	0
Schornsteinfegerleistungen ^m	€/a	0	0		0	0
Summe betriebsgeb. Kosten	€/a	754	572		3.312	2.066
f) sonstige Kosten						
Versicherung ⁿ	€/a	74	55		329	205
inkl. baulichen Investitionen						
jährl. Gesamtkosten (ohne USt.)	€/a	7.649	4.710		58.127	31.180
jährl. Gesamtkosten (mit USt.)	€/a	9.103	5.605		69.171	37.104
Energiekosten (ohne Förd., mit USt.)	€/kWh	0,157	0,192		0,119	0,126
Förderbetrag pro Kilowattstunde	€/kWh	0,002	0,004		0,000	0,000
exkl. baulichen Investitionskosten						
jährl. Gesamtkosten (ohne USt.)	€/a	7.649	4.710		58.127	31.180
jährl. Gesamtkosten (mit USt.)	€/a	9.103	5.605		69.171	37.104
Energiekosten (ohne Förd., mit USt.)	€/kWh	0,157	0,192		0,119	0,126
Förderbetrag pro Kilowattstunde	€/kWh	0,002	0,004		0,000	0,000
			Eingabefeld für Rechnung			
			Nicht repräsentativ			

Wirtschaftlichkeitsberechnung Sole-Wasser-Wärmepumpen 2013

Bezeichnung		EFH Typ E unsaniert	EFH Typ E saniert		MFH Typ E unsaniert	MFH Typ E saniert
Brennstoff		SW WP	SW WP		SW WP	SW WP
Kessel-Nennwärmeleistung	kW	32	19		329	199
a) Anlagen- und Betriebsdaten:						
Wärmebedarf Heizung ^a	kWh/a	52625,5	23988,4		523929,0	237004,0
Wärmebedarf Trinkwasser ^b	kWh/a	5231,5	5231,5		58223,2	58223,2
Gesamtnutzungsgrad		98%	98%		98%	98%
Fläche Solaranlage	m ²					
Arbeitszeitbedarf für Reinigung und Betrieb	h/a	0,5	0,5		0,5	0,5
Kaminkehrungen pro Jahr		0	0		0	0
b) Investition						
Investition Anlage		29781	24994		263562	159458
Förderung Wärmepumpe	€	5000	3880		26356	15946
Förderung Solar	€	0	0		0	0
c) kapitalgebundene Kosten						
Annuität Gebäude	€/a	0	0		0	0
Annuität Anlage	€/a	2.449	2.055		21.675	13.113
Annuität Förderung	€/a	411	319		2.167	1.311
Summe kapitalgeb. Kost. ohne Förd.	€/a	2.449	2.055		21.675	13.113
Summe kapitalgeb. Kost. nur Förd.	€/a	411	319		2.167	1.311
d) verbrauchsgebundene Kosten						
solarer Wärmeertrag	kWh/a	0	0		0	0
Summe Wärmebedarf	kWh/a	59038	29816		594033	301252
Jahresarbeitszahl	-	3,3	3,3		3,3	3,3
angelegte Stromkosten WP-Tarif	€/kWh	0,18	0,18		0,18	0,18
Stromkosten WP	€/a	3.377	1.740		33.348	16.946
Strom bzw. Hilfsstromverbrauch ⁱ	€/a	133	67		1.340	680
Summe verbrauchsgeb. Kosten	€/a	3.510	1.807		34.689	17.626
e) betriebsgebundene Kosten						
Wartung/Instandsetzung (Gebäude) ^j	€/a	0	0		0	0
Wartung/Instandsetzung (Anlage) ^k	€/a	745	625		6.589	3.986
Reinigungs- und Betriebskosten	€/a	18	18		18	18
Emissionsmessung	€/a	0	0		0	0
Schornsteinfegerleistungen ^m	€/a	0	0		0	0
Summe betriebsgeb. Kosten	€/a	762	642		6.607	4.004
f) sonstige Kosten						
Versicherung ⁿ	€/a	74	62		659	399
inkl. baulichen Investitionen						
jährl. Gesamtkosten (ohne USt.)	€/a	6.795	4.567		63.629	35.142
jährl. Gesamtkosten (mit USt.)	€/a	8.086	5.435		75.718	41.819
Energiekosten (ohne Förd., mit USt.)	€/kWh	0,140	0,186		0,130	0,142
Förderbetrag pro Kilowattstunde	€/kWh	0,007	0,011		0,004	0,004
exkl. baulichen Investitionskosten						
jährl. Gesamtkosten (ohne USt.)	€/a	6.795	4.567		63.629	35.142
jährl. Gesamtkosten (mit USt.)	€/a	8.086	5.435		75.718	41.819
Energiekosten (ohne Förd., mit USt.)	€/kWh	0,140	0,186		0,130	0,142
Förderbetrag pro Kilowattstunde	€/kWh	0,007	0,011		0,004	0,004
			Eingabefeld für Rechnung			
			Nicht repräsentativ			

Wirtschaftlichkeitsberechnung Wasser-Wasser-Wärmepumpen 2013

Bezeichnung		EFH Typ E unsaniert	EFH Typ E saniert		MFH Typ E unsaniert	MFH Typ E saniert
Brennstoff		WW WP	WW WP		WW WP	WW WP
Kessel-Nennwärmeleistung	kW	32	19		329	199
a) Anlagen- und Betriebsdaten:						
Wärmebedarf Heizung ^a	kWh/a	52625,5	23988,4		523929,0	237004,0
Wärmebedarf Trinkwasser ^b	kWh/a	5231,5	5231,5		58223,2	58223,2
Gesamtnutzungsgrad		98%	98%		98%	98%
Fläche Solaranlage	m ²					
Arbeitszeitbedarf für Reinigung und Betrieb	h/a	0,5	0,5		0,5	0,5
Kaminkehrungen pro Jahr		0	0		0	0
b) Investition						
Investition Anlage		25836	21518		263562	159458
Förderung Wärmepumpe	€	5000	3880		0	0
Förderung Solar	€	0	0		0	0
c) kapitalgebundene Kosten						
Annuität Gebäude	€/a	0	0		0	0
Annuität Anlage	€/a	2.125	1.770		21.675	13.113
Annuität Förderung	€/a	411	319		0	0
Summe kapitalgeb. Kost. ohne Förd.	€/a	2.125	1.770		21.675	13.113
Summe kapitalgeb. Kost. nur Förd.	€/a	411	319		0	0
d) verbrauchsgebundene Kosten						
solarer Wärmeertrag	kWh/a	0	0		0	0
Summe Wärmebedarf	kWh/a	59038	29816		594033	301252
Jahresarbeitszahl	-	3,3	3,3		3,3	3,3
angelegte Stromkosten WP-Tarif	€/kWh	0,18	0,18		0,18	0,18
Stromkosten WP	€/a	3.377	1.740		33.348	16.946
Strom bzw. Hilfsstromverbrauch ⁱ	€/a	133	67		1.340	680
Summe verbrauchsgeb. Kosten	€/a	3.510	1.807		34.689	17.626
e) betriebsgebundene Kosten						
Wartung/Instandsetzung (Gebäude) ^j	€/a	0	0		0	0
Wartung/Instandsetzung (Anlage) ^k	€/a	646	538		6.589	3.986
Reinigungs- und Betriebskosten	€/a	18	18		18	18
Emissionsmessung	€/a	0	0		0	0
Schornsteinfegerleistungen ^m	€/a	0	0		0	0
Summe betriebsgeb. Kosten	€/a	663	555		6.607	4.004
f) sonstige Kosten						
Versicherung ⁿ	€/a	65	54		659	399
inkl. baulichen Investitionen						
jährl. Gesamtkosten (ohne USt.)	€/a	6.362	4.186		63.629	35.142
jährl. Gesamtkosten (mit USt.)	€/a	7.571	4.981		75.718	41.819
Energiekosten (ohne Förd., mit USt.)	€/kWh	0,131	0,170		0,130	0,142
Förderbetrag pro Kilowattstunde	€/kWh	0,007	0,011		0,000	0,000
exkl. baulichen Investitionskosten						
jährl. Gesamtkosten (ohne USt.)	€/a	6.362	4.186		63.629	35.142
jährl. Gesamtkosten (mit USt.)	€/a	7.571	4.981		75.718	41.819
Energiekosten (ohne Förd., mit USt.)	€/kWh	0,131	0,170		0,130	0,142
Förderbetrag pro Kilowattstunde	€/kWh	0,007	0,011		0,000	0,000
			Eingabefeld für Rechnung			
			Nicht repräsentativ			

Wirtschaftlichkeitsberechnung Flachkollektor Raumwärme 2013

Bezeichnung		EFH Typ E unsaniert	EFH Typ E saniert	MFH Typ E unsaniert	MFH Typ E saniert
Brennstoff		Solar RW Gas	Solar RW Gas	Solar RW Gas	Solar RW Gas
Kessel-Nennwärmeleistung	kW	32	19	329	199
a) Anlagen- und Betriebsdaten:					
Wärmebedarf Heizung ^a	kWh/a	52625,5	23988,4	523929,0	237004,0
Wärmebedarf Trinkwasser ^b	kWh/a	5231,5	5231,5	58223,2	58223,2
Gesamtnutzungsgrad		88%	88%	88%	88%
Fläche Solaranlage	m ²	14	14	70	70
Arbeitszeitbedarf für Reinigung und Betrieb	h/a	0,5	0,5	0,5	0,5
Kaminkehrungen pro Jahr		2	2	2	2
b) Investition					
Investition Gebäude		2250	2250	2250	2250
Investition Gas-Brennwertanlage		3791	2683	18654	13262
Peripherie Gas-Brennwertanlage		2701	1881	14290	10002
Anschluß Gas		2025	2025	2025	2025
Montage Gaskessel		1664	1603	1975	1904
Investition Solaranlage		11382	11382	45290	45290
Investition Anlage		21563	19574	82234	72482
Förderung Feuerung	€	0	0	0	0
Förderung Solar	€	1.500	1.500	13.587	13.587
c) kapitalgebundene Kosten					
Annuität Gebäude	€/a	81	81	81	81
Annuität Anlage	€/a	1.773	1.610	6.763	5.961
Annuität Förderung	€/a	123	123	1.117	1.117
Summe kapitalgeb. Kost. ohne Förd.	€/a	1.854	1.691	6.844	6.042
Summe kapitalgeb. Kost. nur Förd.	€/a	123	123	1.117	1.117
d) verbrauchsgebundene Kosten					
Spezifischer Solarertrag	kWh/m ² *a	250	250	300	300
solarer Wärmeertrag	kWh/a	3.500	3.500	21.000	21.000
Fsave	%	6%	12%	4%	7%
Summe Brennstoffeinsatz	kWh/a	61769,3	29227,1	637673,0	311621,8
Jahresbrennstoffbedarf	m ³	5962	2821	61544	30076
angelegter Brennstoffpreis	€/kWh	0,06	0,06	0,06	0,06
Brennstoffkosten	€/a	3.431	1.623	35.420	17.309
angelegte Stromkosten Tagstrom	€/kWh	0,23	0,23	0,23	0,23
angelegte Stromkosten Nachtstrom	€/kWh	-	-	-	-
Strom bzw. Hilfsstromverbrauch ⁱ	€/a	125	59	1.292	631
Summe verbrauchsgeb. Kosten	€/a	3.556	1.683	36.712	17.941
e) betriebsgebundene Kosten					
Wartung/Instandsetzung (Gebäude) ^j	€/a	45	45	45	45
Wartung/Instandsetzung (Anlage) ^k	€/a	431	391	1.645	1.450
Reinigungs- und Betriebskosten	€/a	18	18	18	18
Emissionsmessung	€/a	33	33	33	33
Schornsteinfegerleistungen ^m	€/a	47	47	47	47
Summe betriebsgeb. Kosten	€/a	574	534	1.787	1.592
f) sonstige Kosten					
Versicherung ⁿ	€/a	54	49	206	181
inkl. baulichen Investitionen					
jährl. Gesamtkosten (ohne USt.)	€/a	6.038	3.956	45.549	25.756
jährl. Gesamtkosten (mit USt.)	€/a	7.185	4.708	54.203	30.649
Energiekosten (ohne Förd., mit USt.)	€/kWh	0,124	0,161	0,093	0,104
Förderbetrag pro Kilowattstunde	€/kWh	0,002	0,004	0,002	0,004
exkl. baulichen Investitionskosten					
jährl. Gesamtkosten (ohne USt.)	€/a	5.912	3.830	45.423	25.630
jährl. Gesamtkosten (mit USt.)	€/a	7.035	4.558	54.053	30.499
Energiekosten (ohne Förd., mit USt.)	€/kWh	0,122	0,156	0,093	0,103
Förderbetrag pro Kilowattstunde	€/kWh	0,002	0,004	0,002	0,004
Eingabefeld für Rechnung					
Nicht repräsentativ					

Wirtschaftlichkeitsberechnung Vakuumröhrenkollektor Raumwärme 2013

Bezeichnung		EFH Typ E unsaniert	EFH Typ E saniert		MFH Typ E unsaniert	MFH Typ E saniert
Brennstoff		Solar RW Gas	Solar RW Gas		Solar RW Gas	Solar RW Gas
Kessel-Nennwärmeleistung	kW	32	19		329	199
a) Anlagen- und Betriebsdaten:						
Wärmebedarf Heizung ^a	kWh/a	52625,5	23988,4		523929,0	237004,0
Wärmebedarf Trinkwasser ^b	kWh/a	5231,5	5231,5		58223,2	58223,2
Gesamtnutzungsgrad		88%	88%		88%	88%
Fläche Solaranlage	m ²	12	12		55	55
Arbeitszeitbedarf für Reinigung und Betrieb	h/a	0,5	0,5		0,5	0,5
Kaminkehrungen pro Jahr		2	2		2	2
b) Investition						
Investition Gebäude		2250	2250		2250	2250
Investition Gas-Brennwertanlage		3791	2683		18654	13262
Peripherie Gas-Brennwertanlage		2701	1881		14290	10002
Anschluß Gas		2025	2025		2025	2025
Montage Gaskessel		1664	1603		1975	1904
Investition Solaranlage		11004	11004		33220	33220
Investition Anlage		21185	19196		70164	60412
Förderung Feuerung	€	0	0		0	0
Förderung Solar	€	1.500	1.500		9.966	9.966
c) kapitalgebundene Kosten						
Annuität Gebäude	€/a	81	81		81	81
Annuität Anlage	€/a	1.742	1.579		5.770	4.968
Annuität Förderung	€/a	123	123		820	820
Summe kapitalgeb. Kost. ohne Förd.	€/a	1.823	1.660		5.851	5.049
Summe kapitalgeb. Kost. nur Förd.	€/a	123	123		820	820
d) verbrauchsgebundene Kosten						
Spezifischer Solarertrag	kWh/m ² *a	313	313		375	375
solarer Wärmeertrag	kWh/a	3.750	3.750		20.625	20.625
fsave	%	6%	13%		4%	7%
Summe Brennstoffeinsatz	kWh/a	61485,2	28943,0		638099,1	312048,0
Jahresbrennstoffbedarf	m ³	5934	2793		61585	30117
angelegter Brennstoffpreis	€/kWh	0,06	0,06		0,06	0,06
Brennstoffkosten	€/a	3.415	1.608		35.444	17.333
angelegte Stromkosten Tagstrom	€/kWh	0,23	0,23		0,23	0,23
angelegte Stromkosten Nachtstrom	€/kWh	-	-		-	-
Strom bzw. Hilfsstromverbrauch ⁱ	€/a	125	59		1.293	632
Summe verbrauchsgeb. Kosten	€/a	3.540	1.666		36.737	17.965
e) betriebsgebundene Kosten						
Wartung/Instandsetzung (Gebäude) ^j	€/a	45	45		45	45
Wartung/Instandsetzung (Anlage) ^k	€/a	424	384		1.403	1.208
Reinigungs- und Betriebskosten	€/a	18	18		18	18
Emissionsmessung	€/a	33	33		33	33
Schornsteinfegerleistungen ^m	€/a	47	47		47	47
Summe betriebsgeb. Kosten	€/a	566	526		1.546	1.351
f) sonstige Kosten						
Versicherung ⁿ	€/a	53	48		175	151
inkl. baulichen Investitionen						
jährl. Gesamtkosten (ohne USt.)	€/a	5.982	3.900		44.309	24.516
jährl. Gesamtkosten (mit USt.)	€/a	7.119	4.641		52.728	29.174
Energiekosten (ohne Förd., mit USt.)	€/kWh	0,123	0,159		0,091	0,099
Förderbetrag pro Kilowattstunde	€/kWh	0,002	0,004		0,001	0,003
exkl. baulichen Investitionskosten						
jährl. Gesamtkosten (ohne USt.)	€/a	5.856	3.774		44.183	24.390
jährl. Gesamtkosten (mit USt.)	€/a	6.969	4.491		52.578	29.024
Energiekosten (ohne Förd., mit USt.)	€/kWh	0,120	0,154		0,090	0,098
Förderbetrag pro Kilowattstunde	€/kWh	0,002	0,004		0,001	0,003
Eingabefeld für Rechnung						
Nicht repräsentativ						

Wirtschaftlichkeitsberechnung weiterer Vorjahre können den Vorgängerberichten entnommen werden

4. Übersicht über die MAP-Richtlinien

4.1 KfW-Teil

Richtlinie von ...		17.02.2010	09.07.2010	11.03.2011	20.07.2012
Solarthermie		max. 30% der Nettoinvestitionskosten			Max. 30 % der Nettoinvestitionskosten. Max. 40 % bei überwiegender Einspeisung ins Wärmenetz mit wenigstens vier Abnehmern. Max. 50 % bei der Verwendung für Prozesswärme oder zur solaren Kältebereitstellung
Biomasse		20 € je kW, max. 50.000 € je Einzelanlage Erhöhung um 10 € je kW, wenn Pufferspeichervolumen mind. 30 l je kW Erhöhung um 20 € je kW, wenn staubförmige Emissionen max. 15 mg je m³ insgesamt max. 100.000 € je Anlage			
		40 € je kW (100 - 2000 kW zur KWK-Nutzung)			
Wärmepumpe			80 € je kW, mind. 10.000 €, max. 50.000 € je Einzelanlage		
Biogas	Aufbereitung Leitungen	max. 30% förderfähiger Nettoinvestitionskosten	max. 30% förderfähiger Nettoinvestitionskosten		max. 30% förderfähiger Nettoinvestitionskosten
Tiefengeothermie		1. Anlagen: 200 € je kW, max. 2.000.000 € je Einzelanlage 2. Tiefbohrungen: 375 € je m bis 750 € je m (ab 400 m bis Endtiefe), max. 2.500.000 € je Bohrung, max. 5.000.000 € je Projekt 3. Mehraufwand bei Tiefbohrungen: 50 % des Mehraufwands je Bohrung, max. 50 % der Plankosten, mx. 1.250.000 € je Bohrung			
		50 % des Mehraufwands je Bohrung, max. 50 % der Plankosten, max. 1.250.000 € je Bohrung		1. Tiefbohrungen: 375 € je m (ab 400 bis 1000m), 500 € je m (ab 400 bis 1000m), max. 1.950.000 € je Projekt 2. Mehraufwand bei Tiefbohrungen: 50 % des Mehraufwands je Bohrung, max. 50 % der Plankosten, mx. 1.250.000 € je Bohrung	
Nahwärme		60 € je m Trasse bei Ersterschließung, sonst 80 € je m Trasse, Förderhöchstbetrag 1.000.000 € bei Einspeisung rein aus Tiefengeothermie: Förderhöchstbetrag 1.500.000 € bei Wärmeabsatz über 3 MWh je Jahr & m Trasse 50 % des Förderhöchstbetrages bei Vergütungsanspruch nach KWKG: 20 € je m Trasse, max. bis zu den o.g. Förderhöchstbeträgen 1.800 € je Hausübergabestation, falls verbindlicher Anschlussvertrag und kein Anschlusszwang	60 € je m Trasse, Förderhöchstbetrag 1.000.000 € bei Einspeisung rein aus thermischer Tiefengeothermie: Förderhöchstbetrag 1.500.000 € bei Vergütungsanspruch nach KWKG: 20 € je m Trasse, max. 30 % der o.g. Förderhöchstbeträge 1.800 € je Hausübergabestation, falls verbindlicher Anschlussvertrag und kein Anschlusszwang		60 € je m Trasse, Förderhöchstbetrag 1.000.000 € bei Einspeisung rein aus Tiefengeothermie: Förderhöchstbetrag 1.500.000 €
Wärmespeicher		250 € je m³ Speichervolumen, max. 30 % förderfähiger Nettoinvestitionskosten, max. 300.000 € je Wärmespeicher			250 € je m³ Speichervolumen, max. 30 % förderfähiger Nettoinvestitionskosten,
Wasserkraftanlagen					

4.2 BAFA-Teil

4.2.1 Solarthermie Basisförderung

SOLARTHERMIE				
	Richtlinie vom 17.02.2010	Richtlinie vom 09.07.2010	Richtlinie vom 11.03.2011	Richtlinie vom 20.07.2012
Bestandsgebäude				
Warmwasserbereitung bis 40 m² Kollektorfläche	60 €/m² Kollektorfläche mindestens 410 €			
Kombianlage < 40 m²	105 €/m²	90 €/m²	bis 30.12.2011 120 €/m², danach 90€/m²	90 €/m², mindestens 1.500 €
Kombianlage > 40 m²	105 €/m² bis 40 m² zzgl. 45 €/m² über 40 m²	90 €/m² bis 40 m² zzgl. 45 €/m² über 40 m²		
Prozesswärme < 40 m²	105 €/m²	90 €/m²		90 €/m², mindestens 1.500 €
solaren Kälteerzeugung bis 40 m² Kollektorfläche	105 €/m²	90 €/m²		90 €/m², mindestens 1.500 €
Erweiterung einer bestehenden Solaranlage	45 €/m²			45 €/m²
Neubau				
Warmwasserbereitung bis 40 m² Kollektorfläche	45 €/m² mindestens 307,50 €			
Kombianlage < 40 m²	78,75 €/m²			
Kombianlage > 40 m²	78,75 €/m² bis 40 m² zzgl. 33,75 €/m² über 40 m²			
Prozesswärme < 40 m²	105 €/m²			
solaren Kälteerzeugung bis 40 m² Kollektorfläche	78,75 €/m²			
Erweiterung einer bestehenden Solaranlage	45 €/m²			

4.2.2 Solarthermie Innovations- und Bonusförderung

SOLARTHERMIE				
	Richtlinie vom 17.02.2010	Richtlinie vom 09.07.2010	Richtlinie vom 11.03.2011	Richtlinie vom 20.07.2012
Innovationsförderung (20-40 m²)				
Bestandsgebäude				
	210 €/m²	180 €/m²		
Neubau				
	157,50 €/m², 210 €/m² bei Prozesswärme			max. 50 % der Nettoinvestitionskosten bei Prozesswärme
Bonusförderung				
Kesseltauschbonus	400 €		bis 30.12.11 600 €, danach 500 €	500 €
Kombinationsbonus	750 €	500 €	bis 30.12.11 600 €, danach 500 €	500 €
Umwälzpumpenbonus	200 €			
Solarpumpenbonus	50 €			
Effizienzbonus (exkl. Ein- und Zweifamilienhäuser)	Stufe 1: 0,5 x Basisförderung Stufe 2: 1 x Basisförderung			
Effizienzbonus (für Ein- und Zweifamilienhäuser)				
Effizienzbonus Neubau (exkl. Ein- und Zweifamilienhäuser)				
Effizienzbonus Neubau (für Ein- und Zweifamilienhäuser)				

4.2.3 Biomasseanlagen Basisförderung

BIOMASSE				
	Richtlinie vom 17.02.2010	Richtlinie vom 09.07.2010	Richtlinie vom 11.03.2011	Richtlinie vom 20.07.2012
Bestandsgebäude				
Luftgeführter Pelletofen 5 kW bis max. 100 kW	500 € (höchstens 20 % der Nettoinvestitionskosten)			
Pelletofen mit Wassertasche 5 kW bis max. 100 kW		36 €/kW, mind. 1.000 €		36 €/kW, mind. 1.400 €
Pelletkessel 5 kW bis max. 100 Kw		36 €/kW, mind. 2.000 €		36 €/kW, mind. 2.400 €
Pelletkessel mit neuem Pufferspeicher mind. 30 l/kW; 5 kW bis max. 100 kW		36 €/kW, mind. 2.500 €		36 €/kW, mind. 2.900 €
Holzhackschnitzelanlage Pufferspeicher mind. 30 l/kW; 5 kW bis max. 100 kW		pauschal 1.000 € je Anlage		pauschal 1.400 € je Anlage
Scheitholzvergaserkessel Pufferspeicher mind. 55 l /kW; 15 kW bis max. 50 kW	1.125 €		pauschal 1.000 € je Anlage	pauschal 1.400 € je Anlage
Neubau				
Luftgeführter Pelletofen 5 kW bis max. 100 kW	375 € (höchstens 20 % der Nettoinvestitionskosten)			
Pelletofen mit Wassertasche 5 kW bis max. 100 kW	27 €/kW, mind. 750 €			
Pelletkessel	27 €/kW, mind. 1 500 €			
Pelletkessel mit neuem Pufferspeicher mind. 30 l/kW; 5 kW bis max. 100 kW	27 €/kW, mind. 1 875 €			
Holzhackschnitzelanlage Pufferspeicher mind. 30 l/kW; 5 kW bis max. 100 kW	750 €			
Scheitholzvergaserkessel Pufferspeicher mind. 55 l /kW; 15 kW bis max. 50 kW	843,75 €			

4.2.4 Biomasseanlagen Innovations- und Bonusförderung

BIOMASSE				
	Richtlinie vom 17.02.2010	Richtlinie vom 09.07.2010	Richtlinie vom 11.03.2011	Richtlinie vom 20.07.2012
Innovationsförderung (bis 100 kW)				
Bestandsgebäude				
	500 €			750 €
Neubau				
	500 €			850 €
Bonusförderung				
Bestandsgebäude				
Kombinationsbonus	750 €	500 €	600 €	500 €
Umwälzpumpenbonus	200 €			
Effizienzbonus Pelletofen	Stufe 1: 0,5 x Basisförderung Stufe 2: 1 x Basisförderung	0,5 x Basisförderung		
Effizienzbonus Pelletkessel				
Effizienzbonus Hackschnitzel				
Effizienzbonus Scheitholz				
Neubau				
Kombinationsbonus	750 €			
Umwälzpumpenbonus	200 €			
Effizienzbonus Pelletofen	Stufe 1: 0,5 x Basisförderung Stufe 2: 1 x Basisförderung			
Effizienzbonus Pelletkessel				
Effizienzbonus Hackschnitzel				
Effizienzbonus Scheitholz				

4.2.5 Wärmepumpen Basisförderung

WÄRMEPUMPEN (elektrisch)				
	Richtlinie vom 17.02.2010	Richtlinie vom 09.07.2010	Richtlinie vom 11.03.2011	Richtlinie vom 20.07.2012
Bestandsgebäude				
Sole/Wasser-, Wasser/Wasser-Wärmepumpe	20 €/m ² JAZ ≥ 3,7	20 €/m ² JAZ ≥ 4,3	2.400 € je Anlage	2.800 € je Anlage; bei Anlagen mit Pufferspeicher mit Mindestvolumen(30l/kW) 3.300 € je Anlage
Luft/Wasser-Wärmepumpe	10 €/m ² JAZ ≥ 3,3	10 €/m ² JAZ ≥ 3,7	900 €, 20 kW-100 kW: 1.200 €	1.300 €, 20 kW-100 kW: 1.600 €; bei Anlagen mit Pufferspeicher mit Mindestvolumen(30l/kW) weitere 500 € je Anlage
Neubau				
	Bauantrag/-anzeige nach 1.1.2009			
Sole/Wasser-, Wasser/Wasser-Wärmepumpe	7,50 €/m ² , max. 1500 €/WE bzw. 7,5% JAZ ≥ 4,0			
Luft/Wasser-Wärmepumpe	3,75 €/m ² , max. 637,5 €/WE bzw. 7,5% JAZ ≥ 3,5			

4.2.6 Wärmepumpen Innovations- und Bonusförderung

WÄRMEPUMPEN (elektrisch)				
	Richtlinie vom 17.02.2010	Richtlinie vom 09.07.2010	Richtlinie vom 11.03.2011	Richtlinie vom 20.07.2012
Innovationsförderung				
Bestandsgebäude				
Sole/Wasser-, Wasser/Wasser-Wärmepumpe	30 €/m² JAZ ≥ 4,5			
Luft/Wasser-Wärmepumpe	15 €/m² JAZ ≥ 3,3			
Neubau				
Sole/Wasser-, Wasser/Wasser-Wärmepumpe	15 €/m² JAZ ≥ 4,5			
Luft/Wasser-Wärmepumpe	7,5 €/m² JAZ ≥ 3,3			
Bonusförderung				
Kombinationsbonus	750 €	500 €	600 €	500 €
Umwälzpumpenbonus	200 €			
Effizienzbonus Sole/Wasser-, Wasser/Wasser-Wärmepumpe	Stufe 1: 0,5 x Basisförderung			0,5 x Basisförderung
Effizienzbonus Luft/Wasser-Wärmepumpe	Stufe 2: 1 x Basisförderung			